



Caracterização de solos da região de Lisboa para aplicação forense

Ângela Pacheco

Mestrado em Geologia

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2017

Orientador

Maria Alexandra de Mascarenhas Guedes

Professor Auxiliar

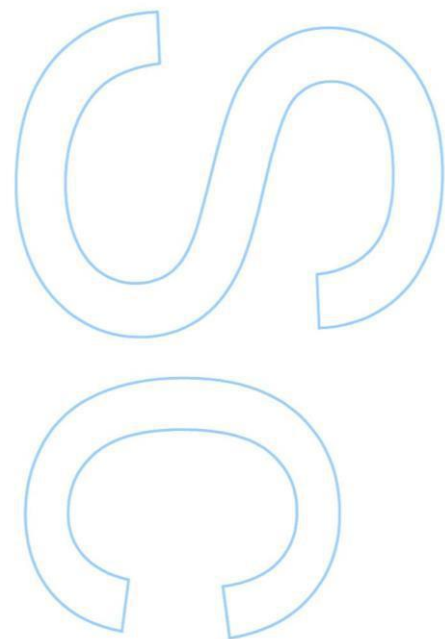
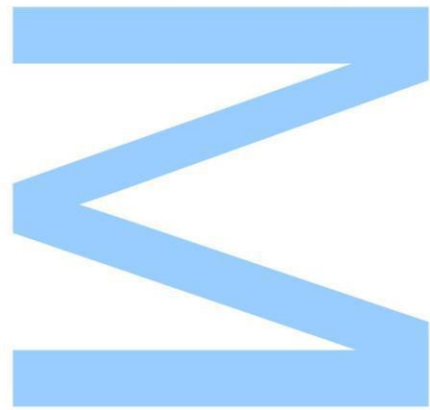
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Co-orientador

Ana Cristina Malato Monteiro de Almeida Assis

Sector de Físico-Química

Laboratório de Polícia Científica, Polícia Judiciária





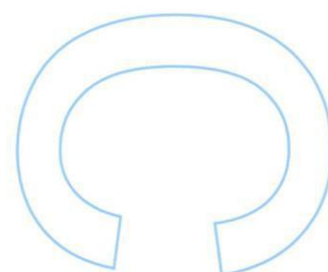
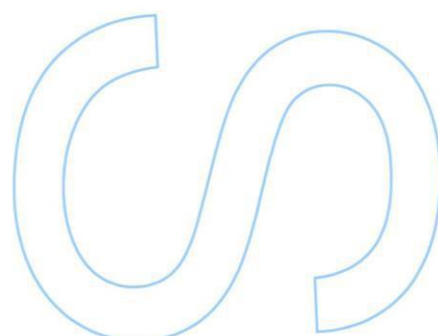
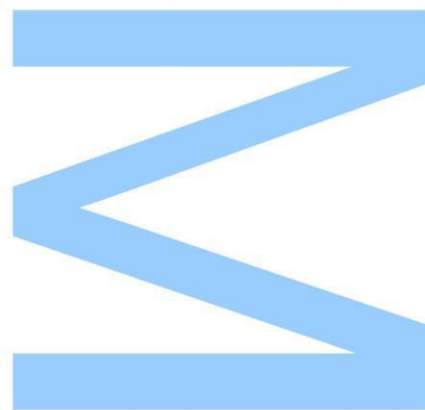
LPC



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Começo por agradecer sucintamente às pessoas e instituições que permitiram a realização deste projeto e que me apoiaram direta ou indiretamente ao longo de toda esta fase de trabalho e dedicação, nomeadamente:

- À Professora Alexandra Guedes que sempre se mostrou disponível e empenhada em apoiar-me ao longo de todo este estágio, cuja realização não seria possível sem a sua ajuda;
- À Doutora Ana Assis que disponibilizou as instalações da Polícia Judiciária de Lisboa, permitindo-me usufruir das mesmas e que ajudou em tudo sempre que necessário;
- A todos os meus professores, desde o meu primeiro ano de ensino, por me proporcionarem educação e numerosa aprendizagem;
- À minha mãe, ao meu pai e à minha irmã que me facultaram todos estes anos de educação, que me apoiaram nos momentos mais difíceis da minha vida e que ainda continuam a acreditar em mim e a tornar-me uma pessoa melhor;
- Ao meu namorado que se mostrou constantemente compreensivo, verdadeiro e único e que sempre me atribuiu qualidades que eu própria desconhecia ter;
- A todos os meus amigos que confiaram, que fizeram rir e que perderam tempo comigo, permitindo sobressair o melhor de mim;
- Ao DGAOT/FCUP;
- Ao Projeto UID/GEO/04683/2013 da FCT, Portugal;
- Ao COMPETE POCI-01-0145-FEDER-007690.

Agradeço igualmente outras pessoas que, embora não estejam aqui referidas, também foram importantes para mim, no sentido em que me ajudaram, educaram e ensinaram os valores essenciais da vida, tornando-me na pessoa que sou hoje em dia.

Este trabalho foi efetuado no âmbito do Protocolo FCUP-LPC/PJ, pelo que também quero agradecer a estas entidades, responsáveis pela elaboração deste estágio.

Resumo

Lisboa é a capital de Portugal, e também a cidade mais povoada do país, cujo posicionamento se encontra no litoral mais a oeste da Europa. É uma cidade muito procurada quer pelas altas temperaturas, quer pelas paisagens e monumentos, entre outros, sendo considerada uma região turística com fácil acesso, através de muitos transportes. Assim sendo atrai um grande número de pessoas todos os anos. Nestas condições é uma cidade onde a taxa de criminalidade é elevada com ocorrências de homicídios, suicídios, incêndios, desaparecimentos, furtos, tráfegos de armas e drogas, abusos sexuais, abusos sexuais a menores, entre outros.

Com o objetivo de caracterizar solos da região de Lisboa em áreas conhecidas pela sua elevada taxa de criminalidade, foram selecionadas e recolhidas, em colaboração com o Setor de Local do Crime do Laboratório de Polícia Científica da Polícia Judiciária, trinta e três amostras de solo nas áreas do Guincho, Caxias, Monsanto e Loures. Estas amostras foram analisadas através de técnicas não destrutivas recorrendo a equipamentos portáteis. A determinação da cor foi determinada por espectrofotometria e microespectrofotometria, a determinação da composição química por fluorescência de raios-X e a determinação da suscetibilidade magnética através de um susceptímetro. Foi ainda efetuada uma análise macroscópica e determinado o pH.

Aos resultados das diferentes análises foi aplicada uma análise de “clusters” para avaliar a possibilidade de discriminação entre as amostras das diferentes áreas na região.

Este estudo demonstrou que as técnicas utilizadas são viáveis na análise forense de solos, tendo inúmeras vantagens tais como, o seu carácter não destrutivo, a sua portabilidade, a sua fácil utilização e uma rápida aquisição dos dados. A combinação das diferentes técnicas aplicadas na caracterização das amostras de solos da região de Lisboa permitiu a discriminação de amostras pertencentes às diferentes áreas e deste modo contribuir para uma melhoria da resposta forense na investigação criminal.

Palavras-chave: Lisboa; criminalidade; solos; análises forenses.

Abstract

Lisbon is Portugal's capital, and also the most populated city in the country. It is located at the coast further west of Europe, and is a very popular city not only for its temperatures but also for its landscapes, monuments, among others, being therefore a touristic region with easy access through many transports.

As a result it attracts a large number of people every year.

Under these conditions, Lisbon is a city where the crime rate is high (occurrence of homicides; suicides; fires; disappearances; thefts; drugs and weapons trafficking; sexual abuse; among others).

In order to characterize soils from the Lisbon region, in areas known for their high crime rate, there were selected and collected, in collaboration with the Crime Scene Sector of the Scientific Police Laboratory of the Judicial Police, thirty-three soil samples in the four areas of Guincho; Caxias; Monsanto and Loures. These samples were analyzed through non-destructive techniques using portable equipment. Color determination was determined by spectrophotometry and microspectrophotometry, determination of chemical composition by X-ray fluorescence and determination of magnetic susceptibility through a susceptibility meter. A macroscopic analysis was performed as well as the pH determination.

To the results of the different analyzes a clusters analysis was applied to evaluate the possibility of discrimination among the samples of the different areas in the region.

This study demonstrated that the techniques used are feasible in forensic soil analysis, having numerous advantages such as non-destructive nature, portability, ease of use and rapid data acquisition. The combination of the different techniques applied in the characterization of soil samples from the Lisbon region, allowed the discrimination of samples belonging to the different areas and thus contribute to an improvement of the forensic response in the criminal investigation.

Keywords: Lisbon; criminality; soils; forensic analysis.

Índice Geral

Resumo	ii
Abstract	iii
Índice Geral	iv
Índice de Tabelas	vi
Índice de Figuras	vii
Nomenclatura utilizada na identificação de amostras de solos da coleção do Laboratório de Polícia Científica	xi
Pertinência/Função do estágio e respectivo relatório	1
Estrutura do Relatório de Estágio	2
1. Introdução	3
1.1 Identificação dos locais do Estágio	3
1.2 Estado da Arte da Análise Forense de Solos	5
1.3 Objectivos	6
2. Contexto geológico	7
3. Técnicas	13
3.1 Amostragem	13
3.2 Preparação das amostras	14
3.3 Análise macroscópica	15
3.4.1 Análise da Cor – Espectrofotómetro	16
3.4.2 Análise da Cor – Microespectrofotómetro	17
3.5 Análise da Suscetibilidade Magnética	18
3.6 Análise da composição química elementar – Fluorescência de raios-X	20
3.7 Análise Estatística	21
4. Resultados e Discussão	22
4.1.1 Análise da Cor – Microespectrofotómetro	22

4.1.2	Análise da Cor – Espectrofotómetro.....	25
4.2	Análise da Suscetibilidade Magnética.....	28
4.3	Análise da composição química elementar – Fluorescência de raios-X.....	30
4.4	Análise Estatística	32
5.	Conclusões	34
6.	Bibliografia	35
7.	Anexos	37
	Fichas de Caracterização de solos para a Polícia Judiciária de Lisboa	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 (esquerda) - Nomenclatura no LPC.....	xi
Tabela 2 (centro) - Nomenclatura no LPC.....	xi
Tabela 3 (direita) - Nomenclatura no LPC.....	xi
Tabela 4 - Nomenclatura neste trabalho.	xii
Tabela 5 - Características das amostras da Praia do Guincho.....	9
Tabela 6 - Características das amostras da Praia de Caxias.	10
Tabela 7 - Características das amostras de Monsanto.	11
Tabela 8 - Características das amostras de Loures.	12
Tabela 9 - Valores da susceptibilidade magnética, nas quatro áreas de estudo.	28
Tabela 10 - Valores em percentagem de massa, dos teores de cada elemento químico nas amostras.	31

Índice de Figuras

Figura 1 - Local de amostragem, Praia do Guincho.	7
Figura 2 - Local de amostragem, Praia de Caxias.	7
Figura 3 - Local de amostragem, Monsanto.	8
Figura 4 - Local de amostragem, Loures.	8
Figura 5 - Espectros da cor das três amostras em estudo, usando a objectiva de x5.	22
Figura 6 (em cima) - Espectros da cor das três amostras em estudo, usando a objectiva de x10.	23
Figura 7 (em baixo) - Espectros da cor das três amostras em estudo, usando a objectiva de x20.	23
Figura 8 - Gráfico com os dados de L^* e a^* nas quatro áreas.	25
Figura 9 - Gráfico com os dados de L^* e b^* nas quatro áreas.	26
Figura 10 - Gráfico com os dados de a^* e b^* nas quatro áreas.	26
Figura 11 - Gráfico com os dados da refletância nas quatro áreas.	27
Figura 12 - Gráfico com os dados da suscetibilidade magnética, associados às quatro áreas. (Os valores de 1 a 12 no eixo horizontal, correspondem ao número de amostras por local, sendo o 1 a primeira amostra recolhida e 12 a última)	29
Figura 13 - Análise estatística de "clusters" correspondentes à cor (A), cor e FRX (B) e cor, FRX e suscetibilidade (C).	33
Figura 14 - Análise de "clusters" da Fluorescência de raios-X, das duas praias.	33
Figura 15 - Organograma da Polícia Judiciária.	37
Figura 16 - Escala de cores de Munsell.	38
Figura 17 - Balança eléctrica onde as amostras são pesadas.	38
Figura 18 - Recipiente de vidro (à esquerda) onde será armazenada a amostra (à direita).	38
Figura 19 - Microespectrofotómetro.	39
Figura 20 - Placa branca padrão de calibração.	39
Figura 21 - Espectrofotómetro.	39
Figura 22 - Equipamento de Fluorescência de Raio-X.	40
Figura 23 - Equipamento de Fluorescência de Raio-X.	40
Figura 24 - Equipamento KT-10 Magnetic Susceptibility Meter.	40
Figura 25 - Equipamento KT-10 Magnetic Susceptibility Meter.	40
Figura 26 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	42

Figura 27 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).	42
Figura 28 - Porção de amostra retirada do local	43
Figura 29 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	46
Figura 30 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	46
Figura 31 - Porção de amostra retirada do local.	47
Figura 32 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	50
Figura 33 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	50
Figura 34 - Porção de amostra retirada do local.	51
Figura 35 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	54
Figura 36 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	54
Figura 37 - Porção de amostra retirada do local.	55
Figura 38 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	58
Figura 39 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).	58
Figura 40 - Porção de amostra retirada do local.	59
Figura 41 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	62
Figura 42 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	62
Figura 43 - Porção de amostra retirada do local.	63
Figura 44 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	66
Figura 45 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	66
Figura 46 - Porção de amostra retirada do local.	67
Figura 47 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	70
Figura 48 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	70
Figura 49 - Porção de amostra retirada do local.	71
Figura 50 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	74
Figura 51 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	74
Figura 52 - Porção de amostra retirada do local.	75
Figura 53 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	78
Figura 54 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	78
Figura 55 - Porção de amostra retirada do local.	79
Figura 56 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	82
Figura 57 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	82
Figura 58 - Porção de amostra retirada do local.	83
Figura 59 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	86
Figura 60 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	86
Figura 61 - Porção de amostra retirada do local.	87

Figura 62 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	90
Figura 63 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	90
Figura 64 - Porção de amostra retirada do local.	91
Figura 65 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	94
Figura 66 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	94
Figura 67 - Porção de amostra retirada do local.	95
Figura 68 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	98
Figura 69 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	98
Figura 70 - Porção de amostra retirada do local.	99
Figura 71 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	102
Figura 72 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	102
Figura 73 - Porção de amostra retirada do local.	103
Figura 74 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	106
Figura 75 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	106
Figura 76 - Porção de amostra retirada do local.	107
Figura 77 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	110
Figura 78 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	110
Figura 79 - Porção de amostra retirada do local.	111
Figura 80 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	114
Figura 81 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	114
Figura 82 - Porção de amostra retirada do local.	115
Figura 83 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	118
Figura 84 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	118
Figura 85 - Porção de amostra retirada do local.	119
Figura 86 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	122
Figura 87 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	122
Figura 88 - Porção de amostra retirada do local.	123
Figura 89 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	126
Figura 90 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	126
Figura 91 - Porção de amostra retirada do local.	127
Figura 92 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	130
Figura 93 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	130
Figura 94 - Porção de amostra retirada do local.	131
Figura 95 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	134
Figura 96 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	134

Figura 97 - Porção de amostra retirada do local.	135
Figura 98 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	138
Figura 99 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco)	138
Figura 100 - Porção de amostra retirada do local.	139
Figura 101 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	142
Figura 102 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	142
Figura 103 - Porção de amostra retirada do local.	143
Figura 104 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	146
Figura 105 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	146
Figura 106 - Porção de amostra retirada do local.	147
Figura 107 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	150
Figura 108 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	150
Figura 109 - Porção de amostra retirada do local.	151
Figura 110 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	154
Figura 111 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	154
Figura 112 - Porção de amostra retirada do local.	155
Figura 113 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	158
Figura 114 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	158
Figura 115 - Porção de amostra retirada do local.	159
Figura 116 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	162
Figura 117 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	162
Figura 118 - Porção de amostra retirada do local.	163
Figura 119 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	166
Figura 120 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	166
Figura 121 - Porção de amostra retirada do local.	167
Figura 122 - Imagem Google Earth do local de amostragem.	170
Figura 123 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).....	170
Figura 124 - Porção de amostra retirada do local.	171

Nomenclatura utilizada na identificação de amostras de solos da coleção do Laboratório de Polícia Científica

A área do território português foi dividida em 4 regiões distintas:

- Norte – N
- Centro – C
- Sul – S
- Ilhas – I

Os vários locais de recolha de amostras são identificados através das seguintes abreviaturas:

Local	Abreviatura	Local	Abreviatura	Local	Abreviatura
Afife	Afi	Jovim	Jov	Quarteira	Qua
Albufeira	Alb	Lagoa de Albufeira	LdA	Quiaios	Qui
Almograve	Alm	Lagos	Lag	Raposeira	Rap
Armação de Pêra	AdP	Lisboa	Lisb	Sagres	Sag
Azurara	Azu	Loulé	Lou	Salema	Sal
Baleal	Bal	Mindelo	Min	Salgueiros	Sgr
Burgau	Bur	Mira	Mira	São Martinho do Porto	SMP
Cabedelo	Cab	Monte Crasto	MC	São Miguel	SM
Cabo Sardão	CS	Monte Gordo	MG	São Pedro de Moel	SPM
Cantanhede	Can	Montenegro	Mon	Tavira	Tav
Espinho	Espi	Nazaré	Naz	Torres Vedras	TV
Esposende	Espo	Odeceixe	Ode	Valbom	Val
Faial	Fai	Pedrogão	Ped	Viana do Castelo	VdC
Fânzeres	Fan	Peniche	Pen	Vila Meã	VM
Figueira da Foz	FdF	Praia d'el Rey	PdR	Vila Nova de Cacela	VNC
Fonte da Telha	FdT	Portelo	Ptl	Vila Real de Santo António	VRSA
Foz do Rio Neiva	FRN	Portimão	Por	Zambujeira do Mar	ZdM
Gimonde	Gim				

Tabela 1 (esquerda) - Nomenclatura no LPC.

Tabela 2 (centro) - Nomenclatura no LPC.

Tabela 3 (direita) - Nomenclatura no LPC.

Dentro de cada localidade podem existir diferentes amostras, sendo assim necessário atribuir um número a cada amostra.

- Exemplos:
 - N – VdC – 1
 - C – Naz – 4
 - S – Lou – 3
 - I – SM – 2

Neste trabalho, por necessidade, a nomenclatura alterou-se ligeiramente, sendo as amostras identificadas da seguinte forma:

Região: Centro – C

Local: Lisboa – LISB

Zona de amostragem:

- Praia do Guincho – 1
- Praia de Caxias – 2
- Monsanto – 3
- Loures – 4

Amostras identificadas por ordem alfabética:

1ª Amostra recolhida	a
2ª Amostra recolhida	b
3ª Amostra recolhida	c
4ª Amostra recolhida	d
5ª Amostra recolhida	e
6ª Amostra recolhida	f
7ª Amostra recolhida	g
8ª Amostra recolhida	h
9ª Amostra recolhida	i
10ª Amostra recolhida	j
11ª Amostra recolhida	k
12ª Amostra recolhida	l

Tabela 4 - Nomenclatura neste trabalho.

Exemplo:

- C-LISB-1-a

Pertinência/Função do estágio e respectivo relatório

Para além de ser essencial para a conclusão do Mestrado em Geologia, este Estágio teve como função pôr em prática os ensinamentos obtidos ao longo de todos os meus anos de estudo na área da Geologia, assim como abrir caminho no mundo profissional. Este Estágio também permitiu aumentar as minhas capacidades a nível social, profissional e de trabalho de equipa, de maneira a, no futuro, proporcionar maior facilidade na aquisição de um trabalho e no seu mantimento.

É importante referir que ao longo do Estágio estive, não só em fase de aprendizagem, mas também na divulgação e disseminação da área específica da Geologia Forense, que é tão pouco conhecida no âmbito de investigação forense, no nosso país.

Este Estágio tem sido importante, no sentido em que houve uma constante troca de conhecimentos entre mim e os elementos do LPC¹, permitindo-me estar mais a par dos trabalhos realizados, dos requisitos essenciais para um bom funcionamento deste tipo de trabalho e ainda do que é na realidade o mercado do trabalho.

Quanto ao relatório, este permitiu consolidar tudo aquilo que foi adquirido ao longo do meu Estágio, quer a nível do tema em estudo, quer a nível do mundo profissional.

¹LPC

¹ Laboratório de Polícia Científica

Estrutura do Relatório de Estágio

Este relatório está estruturado de forma a descrever e explicar todas as etapas realizadas ao longo deste Estágio. Assim sendo, pode ser dividido em três partes: Introdução; Desenvolvimento e Conclusão.

Na introdução estão divididos três subcapítulos:

- 1.1 Identificação dos locais do Estágio – Onde são descritas sucintamente algumas características dos dois locais onde ocorreu o Estágio, para um melhor enquadramento geográfico.
- 1.2 Estado da Arte da Análise Forense de Solos – Pretende elucidar a área de estudo que abrange todo o trabalho realizado, e enquadrar a mesma no tema deste relatório.
- 1.3 Objetivos – Define à partida o que se pretende cumprir e alcançar no fim deste estudo.

O desenvolvimento distribui-se em três capítulos:

- 2. Enquadramento geológico – Para um conhecimento mais abrangente das áreas de estudo e uma melhor compreensão do contexto envolvente das amostras recolhidas.
- 3. Técnicas – Define e explica de forma sucinta cada uma das técnicas realizadas neste estudo, para a análise das amostras de solo. Este capítulo distribui-se em oito subcapítulos.
- 4. Resultados e Discussão – Exibe os resultados obtidos a partir deste trabalho, bem como a sua viabilidade, importância e significado do estudo. Este capítulo reparte-se em cinco subcapítulos.

A conclusão apenas com um capítulo:

- 5. Conclusão – Relembra quais os objetivos deste Estágio e constata se foram ou não concretizados. Debate um pouco sobre os benefícios e as dificuldades da elaboração do mesmo e concede uma síntese daquilo que foi extraído deste trabalho.

1. Introdução

A concretização deste estágio implica alguns conhecimentos na área da geologia e mais concretamente, no estudo de amostras de solos para análises forenses. A caracterização de solos para fins forenses, pode ser considerada uma ciência que é assim definida: *“Forensic soil science is the science or study of soil that evolves the application of soil science, especially studies that involve soil morphology, soil mapping (assisted by existing soil maps and spatially held soil data), mineralogy, chemistry, geophysics, biology, and molecular biology to answer legal questions, problems, or hypotheses.”* (Fitzpatrick, 2009).

Com este estudo pretende-se revelar a importância da análise de solos nas investigações forenses, através da sua caracterização e eventual discriminação de amostras pertencentes às diferentes áreas em estudo, contribuindo também para enriquecer a base de dados de solos já existente que possa ser utilizada em futuras investigações policiais.

1.1 Identificação dos locais do Estágio

O presente Estágio foi realizado parcialmente no Setor de Físico-Química, do Laboratório de Polícia Científica da Polícia Judiciária de Lisboa, através do protocolo com a - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território.

O estudo realizado na Polícia Judiciária de Lisboa teve uma duração de dois meses sensivelmente, onde foi iniciado o Estágio referido ao longo deste relatório. Mais concretamente, as instalações corresponderam ao Laboratório de Polícia Científica (Figura 15) cuja definição e função é descrita da seguinte forma: “O Laboratório de Polícia Científica (LPC) é uma unidade da Polícia Judiciária, de apoio à investigação criminal, goza de autonomia técnica e científica e desenvolve a sua atuação com independência, imparcialidade e integridade. O LPC exerce a sua atividade em múltiplos domínios das ciências forenses e em termos técnico científicos está organizado em três grandes áreas: Área da Biotoxicologia; Área da Criminalística e Área de Físico-Documental.” (*Polícia Judiciária online – Laboratório de Polícia Científica*).

Esta instituição foi criada no ano de 1957, por membros da Polícia Judiciária: Professor Alberto Ralha (diretor) e Escola Prática de Ciências Criminais. Carlos Farinha é atualmente o membro da Polícia Judiciária com o cargo de diretor do Laboratório de Polícia Científica. Esta instituição localiza-se no centro da cidade de Lisboa, perto do Marquês de Pombal, onde existe grande movimentação quer de transportes quer de pessoas.

O estágio decorreu ainda no Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Esta instituição foi criada no ano de 1911, sendo relativamente recente quando comparada a outras universidades. É constituída por 14 Faculdades, no entanto aquando o seu começo apenas possuía duas Faculdades, a de Ciências e a de Medicina.

Ao longo de 250 anos a Faculdade de Ciências, na qual foi realizado este Estágio, sofreu diversas evoluções, nomeadamente a sua localização. Esta Faculdade e os seus respectivos Departamentos foram gradualmente transferidos para o Campo Alegre entre os anos de 1996 a 2009.

O Departamento no qual realizei parte deste Estágio é assim definido: “O Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território (DGAOT) tem como missão assegurar as atividades de ensino graduado e pós-graduado, de investigação científica e de apoio ao desenvolvimento tecnológico e divulgação de C&T nas áreas científicas da sua responsabilidade, nomeadamente, Ambiente, Arquitetura Paisagista, Ciências Agrárias, Engenharia Geográfica e Geologia. Tendo como visão promover a excelência no ensino e na investigação, nos diferentes domínios do conhecimento, fundamental e aplicado, da sua responsabilidade, as ações do DGAOT centram-se no estudo da Terra, do Ambiente, e dos Recursos Naturais como aspetos fundamentais de um desenvolvimento económico e social harmonioso que, passando pela observação, representação e monitorização da Terra, preservação do ambiente e mitigação dos riscos naturais, propicie uma otimização do ordenamento do território, da valorização e da gestão dos recursos naturais e, consequentemente, contribua para um desenvolvimento sustentável.” (FACULDADE DE CIÊNCIAS / Menu principal – História de FCUP)

1.2 Estado da Arte da Análise Forense de Solos

A aplicação dos solos em investigações forenses é de longa data, tendo surgido no século XIX: *“It was more than a hundred years ago that soil evidence was effectively used for criminal investigation. But it was in a fictional literature of Sherlock Holmes series written by Sir Arthur Conan Doyle.”* (Marumo e Sugita, 2001).

A caracterização de solos é um processo cujo nível de complexidade aumenta consoante o grau de detalhe a que as amostras são sujeitas, detalhe esse que se pode revelar bastante importante numa investigação policial. Edmond Locard (1910) afirmou: “Quando dois objetos contactam, existe sempre transferência de material entre eles”. O solo é um material muito heterogéneo e por este facto, torna-se uma grande vantagem analisá-lo e compará-lo com outros, que estejam registadas numa base de dados de solos, cuja origem das amostras é conhecida.

As bases de dados de solos para fins forenses fornecem a informação disponível sobre as amostras de solo nelas registadas, nomeadamente as coordenadas da sua origem, as suas características macroscópicas e ainda fatores importantes do local onde foram recolhidas. Também se encontra registado todo o contexto geológico envolvente das amostras, bem como os resultados das análises nelas efetuadas, por diversas técnicas analíticas.

Assim, ao efetuar a comparação entre amostras, é possível verificar as suas analogias e/ou diferenças.

Ao aplicar diversas técnicas forenses nas amostras, também é possível discriminar os vários solos e avaliar a semelhança existente entre eles.

Posto isto, podemos averiguar a origem de um determinado solo através dos seus componentes, podendo estes ser de origem orgânica, inorgânica ou ainda antrópica. Portanto, os solos podem tornar-se uma importante prova forense.

Em Portugal a caracterização de solos para fins forenses ainda está em desenvolvimento, nomeadamente na capital do país, onde a taxa de criminalidade é elevada.

O processo de amostragem numa investigação forense requer grandes cuidados e pode ser feito in situ – local do crime, ou no laboratório, quando é feito a partir de objectos p.e. de um suspeito (roupas, calçado, veículo, etc.).

As diversas técnicas utilizadas na análise dos solos podem contribuir para a sua discriminação, permitindo assim apurar se há ou não uma ligação entre o/os

suspeitos com o local do crime, numa investigação policial: *“If they can be distinguished, then samples that are geographically well referenced in the database will provide relevant information for the selection of search areas for forensic investigations in the future.”* (Guedes et al., 2013).

1.3 Objectivos

Este estágio foi realizado com o intuito de caracterizar solos da região de Lisboa em áreas conhecidas pela sua elevada taxa de criminalidade através de técnicas não destrutivas recorrendo a equipamentos portáteis. A determinação da cor foi determinada por espectrofotometria e microespectrofotometria, a determinação da composição química por fluorescência de raios-X e a determinação da suscetibilidade magnética através de um susceptímetro. Foi ainda efetuada uma análise macroscópica e determinado o pH.

Aos resultados das diferentes análises foi aplicada uma análise de “clusters” para avaliar a possibilidade de discriminação entre as amostras das diferentes áreas na região.

Neste caso a análise forense dos solos será realizada com amostras de quatro áreas diferentes da “Grande Lisboa”, para verificar a sua homogeneidade ou heterogeneidade e complementar a base de dados de solos.

Este estudo também tem o intuito de apurar quais são os métodos analíticos mais adequados na caracterização de solos, assim como a sua utilidade em investigações forenses. Uma das técnicas a apurar é o microespectrofotómetro da Polícia Judiciária que, por estar preparado para analisar materiais planos como tintas, terá de ser sujeito a testes para averiguar a sua viabilidade em situações com relevo como é o caso das amostras de solos.

Neste estudo todas as técnicas a utilizar, com a excepção do microespectrofotómetro, são de carácter portátil e não-destrutivo. Assim pretende-se também mostrar as grandes vantagens da sua aplicação, nomeadamente o seu fácil transporte; a sua clara e simples utilização; as amostras permanecem inalteráveis e apesar da resolução dos dados não ser a mais completa, os resultados são bastante fiáveis e obtidos a grandes velocidades.

2. Contexto geológico

Em colaboração com o Setor de Local do Crime do Laboratório de Polícia Científica da Polícia Judiciária, foram recolhidas amostras de solo em quatro locais da região de Lisboa: Guincho, Caxias, Monsanto e Loures (Figuras 1,2,3 e 4).

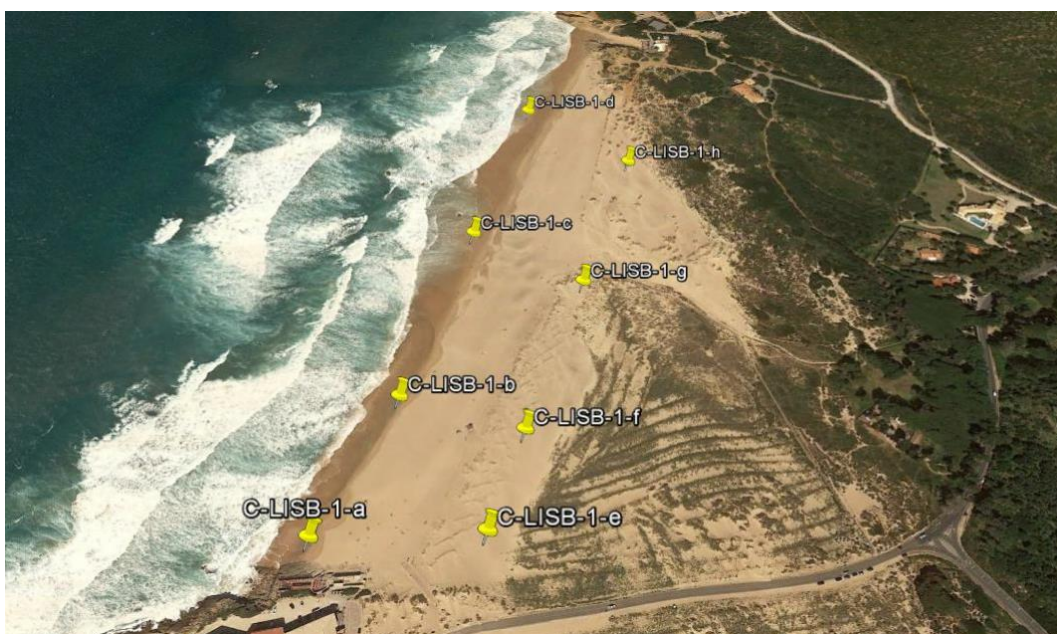


Figura 1 - Local de amostragem, Praia do Guincho.



Figura 2 - Local de amostragem, Praia de Caxias.

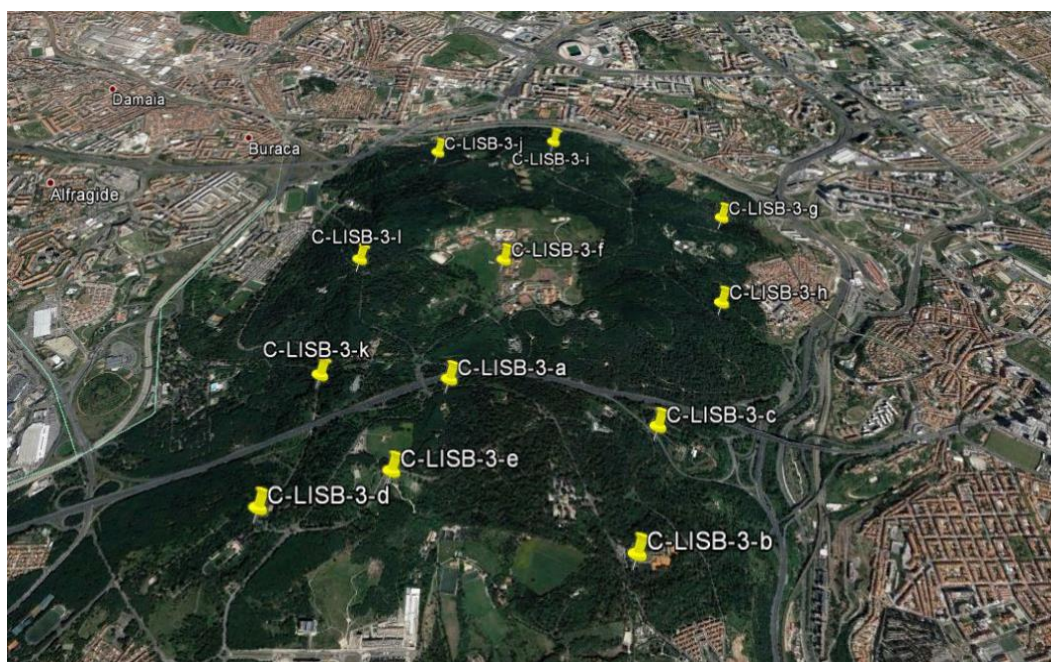


Figura 3 - Local de amostragem, Monsanto.

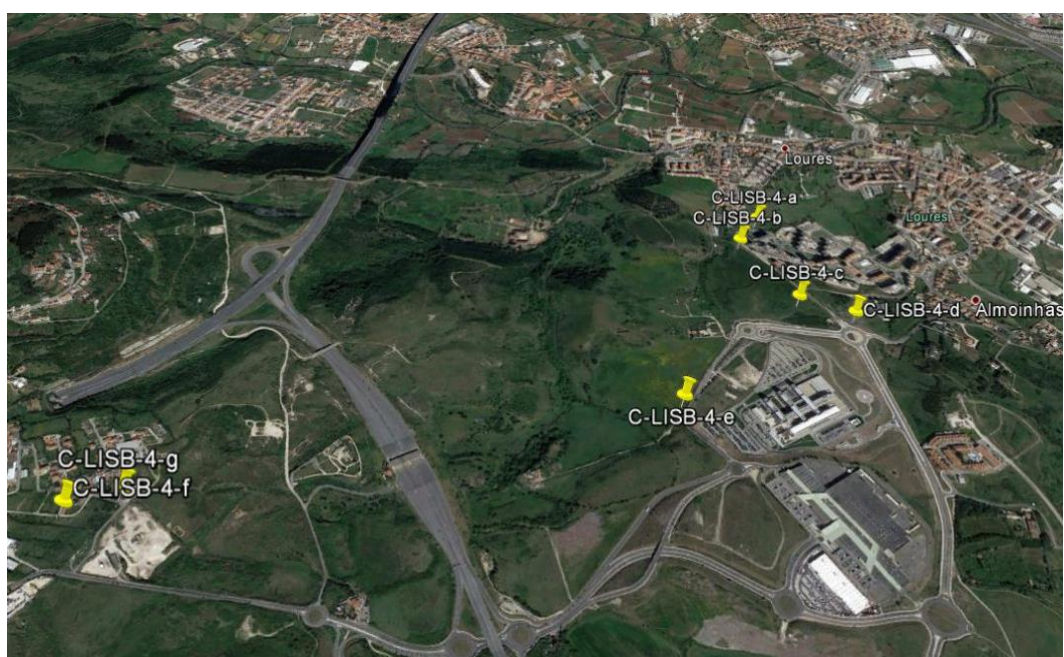


Figura 4 - Local de amostragem, Loures.

As amostras recolhidas para este estudo localizam-se na zona centro de Portugal Continental e compreendem a região de Lisboa. Esta área, para além de ser costeira, também tem influência de uma grande linha de água designada por Rio Tejo. Mais concretamente, os locais de amostragem dividem-se em quatro pontos distintos nomeadamente: Praia do Guincho, Praia de Caxias, Monsanto e Loures.

Neste trabalho foi recolhido um total de trinta e três amostras, sendo oito da Praia do Guincho (Figura 1 e Tabela 5), seis da Praia de Caxias (Figura 2 e Tabela 6), doze de Monsanto (Figura 3 e Tabela 7) e sete de Loures (Figura 4 e Tabela 8). Por fim, esta amostragem foi realizada segundo um protocolo fundamentado em trabalhos previamente publicados (Murray e Tedrow, 1992; Murray, 2004; Saye e Pye, 2004; Pye, 2007 e Guedes et al., 2009,2010).

As quatro áreas de estudo encontram-se cobertas por determinadas Cartas Geológicas de Portugal, nomeadamente as cartas 34-B (Tabela 8), 34-C (Tabelas 5 e 6) e 34-D (Tabela 7).

Em cada Carta Geológica, os locais estão associados a litologias distintas, como representado a seguir:

Amostra	Local	Coordenadas	Data da recolha	Carta Geológica de Portugal	Geologia
C-LISB-1-a	Praia do Guincho, Lisboa	38°43'49" N 9°28'27" W	13/10/2016	34-C	areias de praia
C-LISB-1-b	Praia do Guincho, Lisboa	38°43'53" N 9°28'25" W	13/10/2016	34-C	piroclastos, brechas, tufos e/ou cinzas
C-LISB-1-c	Praia do Guincho, Lisboa	38°43'59" N 9°28'23" W	13/10/2016	34-C	areias de praia
C-LISB-1-d	Praia do Guincho, Lisboa	38°44'5" N 9°28'21" W	13/10/2016	34-C	areias de praia
C-LISB-1-e	Praia do Guincho, Lisboa	38°43'49" N 9°28'22" W	13/10/2016	34-C	Areias de duna
C-LISB-1-f	Praia do Guincho, Lisboa	38°43'52" N 9°28'21" W	13/10/2016	34-C	Areias de duna
C-LISB-1-g	Praia do Guincho, Lisboa	38°43'57" N 9°28'19" W	13/10/2016	34-C	Areias de duna
C-LISB-1-h	Praia do Guincho, Lisboa	38°44'2" N 9°28'17" W	13/10/2016	34-C	Areias de duna

Tabela 5 - Características das amostras da Praia do Guincho.

<i>Amostra</i>	<i>Local</i>	<i>Coordenadas</i>	<i>Data da recolha</i>	<i>Carta Geológica de Portugal</i>	<i>Geologia</i>
C-LISB-2-a	Praia de Caxias, Lisboa	38°41'54" N 9°16'54" W	17/10/2016	34-C	basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufos e cinzas
C-LISB-2-b	Praia de Caxias, Lisboa	38°41'55" N 9°16'49" W	17/10/2016	34-C	basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufos e cinzas
C-LISB-2-c	Praia de Caxias, Lisboa	38°41'55" N 9°16'44" W	17/10/2016	34-C	basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufos e cinzas
C-LISB-2-d	Praia de Caxias, Lisboa	38°41'55" N 9°16'40" W	17/10/2016	34-C	basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufos e cinzas
C-LISB-2-e	Praia de Caxias, Lisboa	38°41'54.47" N 9°16'37" W	17/10/2016	34-C	basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufos e cinzas
C-LISB-2-f	Praia de Caxias, Lisboa	38°41'54.27" N 9°16'35" W	17/10/2016	34-C	Aluviões

Tabela 6 - Características das amostras da Praia de Caxias.

<i>Amostra</i>	<i>Local</i>	<i>Coordenadas</i>	<i>Data da recolha</i>	<i>Carta Geológica de Portugal</i>	<i>Geologia</i>
C-LISB-3-a	Monsanto, Lisboa	38°43'27.48' N 9°11'33.39" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-b	Monsanto, Lisboa	38°43'0.37' N 9°11'0.61" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-c	Monsanto, Lisboa	38°43'21.22' N 9°10'54.57" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-d	Monsanto, Lisboa	38°43'6.08 N 9°12'3.58" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-e	Monsanto, Lisboa	38°43'11.88 N 9°11'42.10" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-f	Monsanto, Lisboa	38°43'51.98 N 9°11'23.83" W	18/10/2016	34-D	calcários, margas, arenitos e dolomitos
C-LISB-3-g	Monsanto, Lisboa	38°44'6.30 N 9°10'34.58" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-h	Monsanto, Lisboa	38°43'45.61 N 9°10'38.34" W	18/10/2016	34-D	calcários, margas, arenitos e dolomitos
C-LISB-3-i	Monsanto, Lisboa	38°44'27.96 N 9°11'12.63" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-j	Monsanto, Lisboa	38°44'24.04 N 9°11'40.97" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-k	Monsanto, Lisboa	38°43'29.26 N 9°11'58.29" W	18/10/2016	34-D	tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos)
C-LISB-3-l	Monsanto, Lisboa	38°43'53.08 N 9°11'54.62" W	18/10/2016	34-D	calcários, margas, arenitos e dolomitos

Tabela 7 - Características das amostras de Monsanto.

<i>Amostra</i>	<i>Local</i>	<i>Coordenadas</i>	<i>Data da recolha</i>	<i>Carta Geológica de Portugal</i>	<i>Geologia</i>
C-LISB-4-a	Loures, Lisboa	38°49'40.80" N 9°10'34" W	17/10/2016	34-B	brechas, tufo, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar)
C-LISB-4-b	Loures, Lisboa	38°49'37" N 9°10'37" W	17/10/2016	34-B	brechas, tufo, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar)
C-LISB-4-c	Loures, Lisboa	38°49'28.72" N 9°10'32" W	17/10/2016	34-B	brechas, tufo, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar)
C-LISB-4-d	Loures, Lisboa	38°49'27" N 9°10'26" W	17/10/2016	34-B	brechas, tufo, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar)
C-LISB-4-e	Loures, Lisboa	38°49'17" N 9°10'47" W	17/10/2016	34-B	brechas, tufo, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar)
C-LISB-4-f	Loures, Lisboa	38°49'5.73" N 9°11'44.51" W	17/10/2016	34-B	calcários, margas, arenitos, dolomitos, grés e argilas
C-LISB-4-g	Loures, Lisboa	38°49'6.88" N 9°11'39.74" W	17/10/2016	34-B	calcários com rudistas (inclui o nível com <i>Neolobites vibrayeanus</i>) e margas

Tabela 8 - Características das amostras de Loures.

3. Técnicas

3.1 Amostragem

Neste estudo a recolha de amostras foi efetuada em quatro áreas distintas de Lisboa, para complementar a base de dados do LPC, da Polícia Judiciária e também para realizar diversas análises forenses nas mesmas. Para isso, após a seleção das áreas de estudo, foram recolhidas várias amostras simples, com a ajuda de uma pá de plástico, de maneira a não haver contaminação (no caso de ser utilizada uma pá de metal), sempre limpa de amostra para amostra. A amostra, neste caso, não precisa de ser de grande dimensão, cerca de 100 a 200 gramas cada uma, sendo apenas recolhida até cerca de cinco centímetros de profundidade. Sempre que possível, o local da recolha deve ser um terreno plano, de maneira a não haver contaminação proveniente de terrenos mais elevados e com a menor circulação possível de peões e/ou veículos, também para que não haja contaminação proveniente de solas de sapato ou de rodas.

Após a recolha a amostra deve ser colocada dentro de um saco de plástico, devidamente selado e identificado. Ainda no local da recolha, é importante tirar registos diversos nomeadamente fotografias do sítio onde foi recolhida a amostra, assim como o registo visual e outros por escrito como por exemplo: as coordenadas do local, obtidas através da ajuda de um GPS; a data e a hora; o nome do local da amostragem; a meteorologia; entre outras características relativas à observação da área, nomeadamente o relevo e a fauna e flora.

A amostragem, de forma a ser mais coerente, é efetuada segundo uma malha regular, onde se pretende que a distância entre as amostras seja sempre a mesma e cuja dimensão da malha seja proporcional à extensão da área de estudo, sendo relevante levar para o campo, sempre que possível, um mapa da área.

3.2 Preparação das amostras

Uma vez no laboratório as amostras devem ser colocadas num recipiente plano e largo, de maneira a facilitar a remoção de qualquer material orgânico ou sintético ainda existente. Posto isto, devem ser colocadas num forno a cerca de 40° C, durante um período de tempo proporcional ao tamanho das amostras (entre 15 e 30 minutos), para secarem.

Depois de secas, todas as amostras são divididas a meio. Metade de cada amostra é armazenada num recipiente, neste caso, de vidro (Figura 18), devidamente selado e identificado, consoante a nomenclatura aplicada na Polícia Judiciária de Lisboa. Posto isto, as amostras são preservadas num local seleccionado pela Polícia Judiciária e adicionadas à base de dados da mesma.

A outra metade de cada amostra é sujeita a um quartilhamento, para que seja o mais homogênea possível e também representativa da amostra total.

O método do quartilhamento empregue nas amostras é designado por Método do Cone (Parfenoff et al., 1970) e consiste em colocar a amostra numa pilha cónica sobre uma mesa plana, e recorrendo a um objeto retilíneo (espátula ou régua), dividir a amostra em quatro partes iguais. Dessas quatro partes, juntam-se duas partes que não estejam adjacentes.

Após repetir este método as vezes que forem necessárias, obtém-se uma porção de amostra homogênea, como pretendido, para serem realizadas outras análises.

3.3 Análise macroscópica

Para a pesagem de cada amostra utilizou-se uma balança analítica electrónica (PB303-S DeltaRange da MonoBloc) (Figura 17). O valor obtido é registado por escrito e a esse valor é subtraído o peso do recipiente em que as amostras se encontram, tendo sido este posteriormente medido. Assim obtém-se o peso real de cada amostra.

Através da observação, são registadas as restantes características das amostras nomeadamente: granulometria (grão fino, médio ou grosseiro); calibragem (de muito bem calibrada a muito mal calibrada); arredondamento/esfericidade dos grãos (grãos arredondados a angulosos); homogeneidade (solo homogéneo ou heterogéneo) e ainda as mineralizações existentes nas amostras, caso sejam possíveis de identificar a olho nu.

Uma última característica da análise macroscópica é a cor dos solos, também retirada das amostras por observação, com a ajuda da escala de Munsell (Figura 16). A escala de Munsell (Soil Color Charts) contém uma grande variedade de cores que, quando comparadas às amostras de solo, permitem registar a cor associada ao solo em estudo, pela seguinte ordem: hue/chroma/value. Apesar da sua rapidez, esta análise da cor não deixa de ser subjectiva.

Posto isto já temos as primeiras informações relativas às amostras de solo, podendo assim acrescentá-las à base de dados do LPC da Polícia Judiciária.

3.4.1 Análise da Cor – Espectrofotómetro

Para a análise da cor é empregue um espectrofotómetro, cuja designação é Konica Minolta CM-2600d. Este aparelho faz medições da cor acoplado a um computador portátil (Figura 21).

É uma técnica rápida, fácil, credível e não destrutível, que pode fornecer dados relativos a vários índices de cor, nomeadamente coordenadas cromáticas, dados de refletância e respetivos espectros.

O espaço de cores L^* , a^* e b^* foi criado em 1976 posteriormente à escala de Munsell, pela Commission Internationale de L'Éclairage (CIE) e corresponde aos valores de Luminosidade (value), Tom (hue) e Saturação (chroma), respectivamente.

O espectrofotómetro fornece valores quantitativos da cor através do comprimento de onda e da intensidade da luz, relativamente à reflexão ou transmissão espectral.

Antes de começar as medições, o aparelho Konica Minolta CM-2600d tem de ser previamente configurado da seguinte forma: área/janela de medição com um diâmetro de 0.3 milímetros, devido à pequena porção de cada amostra; componente especular incluída; fonte de luz padrão “Iluminante D65” da CIE, correspondente a temperaturas de cor de 6504K, incluindo a zona ultravioleta do espectro electromagnético e por fim, o observador padrão da CIE de 1964 (10° Observer). Posto isto, também é realizada uma calibração prévia do aparelho do seguinte modo: calibração negativa realizada com a janela de medição virada para o ar e calibração positiva realizada com a janela de medição virada para uma placa de calibração branca de padrão internacional.

Após a configuração do aparelho dá-se início às medições da cor, sendo o número mínimo aceitável, três medições por amostra. No entanto, em todas as medições efetuadas, o espectrofotómetro executa por si só três medições consecutivas, pelo que o resultado obtido no final é uma média desses três valores.

Para facilitar as medições, uma pequena porção de cada amostra é colocada dentro de película aderente devidamente selada, para que não haja perda de material. Para que os resultados sejam mais realistas e representativos, convém que a janela de medição seja virada para pontos diferentes da amostra entre cada medição.

Por fim e após as medições feitas, os dados adquiridos, que correspondem ao espaço de cores L^* , a^* e b^* da CIE, estarão representados em forma numérica e em forma de espectro no computador e poderão ser analisados através de um *software* designado por *SpectraMagic NX*.

Ao contrário do microespectrofotómetro, o qual irei de seguida descrever, esta técnica já foi utilizada em solos e já é considerada viável para este tipo de análise.

3.4.2 Análise da Cor – Microespectrofotómetro

O microespectrofotómetro é um equipamento que consiste num microscópio acoplado a um computador (Figura 19) e permite medir a cor de determinados materiais.

É uma técnica mais complexa, no entanto os seus resultados são sempre fiáveis e são de rápida aquisição. Neste estudo, este equipamento tem uma desvantagem que consiste no facto de não ser portátil, o que impede a sua utilização no campo. É um equipamento muito utilizado em ciências forenses, no LPC da Polícia Judiciária de Lisboa, inclusivamente na análise de tintas e fibras, no entanto a sua utilização em solos é muito rara.

O equipamento designa-se por TIDAS S MSP 400/800 e está acoplado a um microscópio Zeiss. O microespectrofotómetro foi otimizado pelo fabricante para a utilização da objectiva de 20x, para a aquisição de espectros, pelo que é a objetiva mais adequada para este estudo.

Antes das medições, o equipamento tem de ser calibrado. A calibração é efectuada com um padrão de sulfato de bário (J & M Analytische Mess – und Regeltechnik GmbH) (Figura 20), o qual é sujeito a diversas etapas digitais de medição.

Para efetuar uma medição, é necessário abrir no computador os softwares “Tidasvision”, que corresponde à câmara instalada no microscópio e “TIDASDAQ v2.38”, onde ocorrerá a aquisição dos espectros.

Após as medições, os resultados são geralmente representados em forma de espectro, sendo também possível em forma numérica. Para analisar os dados pode ser empregado outro software designado por “Panorama 3”, que permite o cálculo de médias, por exemplo, a partir dos espectros de cor obtidos.

Neste estudo o microespectrofotómetro mede a cor dos solos na zona do visível, entre os 400 e os 800 nanómetros.

Assim, obtendo os espectros de cor dos solos, podemos colocá-los adjacentes e compará-los.

3.5 Análise da Suscetibilidade Magnética

Esta técnica consiste em medir a capacidade que um determinado material possui para se magnetizar, quando sujeito a um campo magnético externo. No caso dos solos o valor da susceptibilidade magnética pode variar consoante o tamanho e a quantidade de grãos ferromagnéticos presentes na amostra. Assim existem três tipos principais de material: diamagnéticos; paramagnéticos e ferromagnéticos.

Os diamagnéticos são materiais que, quando sujeitos a um campo magnético, criam um outro campo magnético inverso ao deles aplicado, o que significa que vão apresentar valores de susceptibilidade negativos, uma vez que não são atraídos de todo pelos ímanes.

Os paramagnéticos são materiais que, apesar da ligação ser fraca, são atraídos pelos ímanes e por isso têm valores de susceptibilidade positivos, mas baixos. Após serem sujeitos a um campo magnético externo, podem ficar magnetizados durante um determinado período de tempo.

Os ferromagnéticos são materiais semelhantes aos paramagnéticos, no entanto a atracção aos ímanes é muito mais forte, o que significa que vão apresentar valores positivos elevados. Estes após serem sujeitos a um campo magnético externo, podem ficar magnetizados permanentemente.

Para esta análise recorre-se a um equipamento portátil, rápido, eficaz, fácil de utilizar e não destrutivo, designado por KT-10 Magnetic Susceptibility Meter, da empresa Terraplus (Figuras 24 e 25).

É um aparelho de pequeno porte, que permite obter resultados num curto período de tempo, no entanto não permite medir valores de susceptibilidade negativos.

A sua superfície de medição é redonda com um diâmetro de 65 milímetros, tem uma sensibilidade de 10^{-6} unidades SI, os seus valores variam entre 0.001×10^{-3} e 1999.99×10^{-3} unidades SI, pode medir em superfícies irregulares, pode operar a temperaturas entre os -20°C e os 60°C , a sua frequência de operação é de 10 kHz e pode fazer até 20 medições por segundo.

Para efectuar uma medição têm de se seguir alguns paços: 1º ligar o aparelho pressionando o botão com a seta para cima; 2º após aparecer o menu principal, seleccionar a opção “Measure” pressionando igualmente o botão com a seta para cima; 3º irá aparecer no ecrã o local onde o valor da medição será representado; 4º começar por fazer uma medição ao ar, virando a área de medição para o ar e carregando uma vez no botão com a seta para cima (o aparelho irá emitir um som); 5º depois do som ser emitido (significa que a medição ao ar está completa), terá de se colocar a área de medição do aparelho dentro da nossa amostra e carregar apenas uma vez no botão com a seta para cima (o aparelho irá emitir outro som diferente); 6º após o aparelho ter emitido outro som, remove-se a área de medição do aparelho da nossa amostra e volta-se a virá-la para o ar e 7º depois de alguns segundos, uma barra representada na extremidade inferior do ecrã irá aparecer cheia e o valor da susceptibilidade irá aparecer no ecrã. Ao todo este processo decorrerá num período de sete segundos.

Nesta técnica foram efectuadas dez medições em cada amostra e os seus valores foram registados por escrito. No fim de todas as medições os resultados foram apresentados numa folha Excel de maneira a facilitar a sua análise e permitindo calcular a média dos dez valores obtidos em cada amostra. Assim como resultado final obtém-se apenas um valor de susceptibilidade magnética para cada amostra.

3.6 Análise da composição química elementar – Fluorescência de raios-X

O equipamento utilizado é portátil, fácil de utilizar e não destrutivo e permite analisar a composição química elementar dos solos. Consiste na injeção de um feixe de raios-X na amostra. Tendo em conta que os electrões emitidos são característicos de cada elemento, isto é, têm energias diferentes de elemento para elemento, o equipamento consegue identificar cada um dos elementos presentes na amostra.

A Fluorescência de raios-X permite assim identificar diversos elementos maiores e menores, quantificando-os na amostra em percentagem ou em partes por milhão (ppm).

Este aparelho apresenta a forma de uma “pistola”, onde o feixe de raios-X é transmitido pela sua extremidade, quando o “gatilho” é premido pelo utilizador. Também é constituído por um ecrã a ele acoplado, onde podem ser efectuadas todas as operações pretendidas (Figuras 22 e 23).

Para efectuar uma medição é necessário ligar o aparelho; seleccionar o modo de medição, que neste estudo está relacionado com solos; escolher a opção de medição e carregar no “gatilho” do equipamento, com a janela transmissora do feixe de raios-X virada para a amostra.

Para facilitar a medição, e de modo a que a análise seja executada com mais segurança, uma porção de cada amostra é colocada em pequenos recipientes redondos, selados com uma película fina transparente. Posto isto, estes recipientes são colocados um a um, dentro da parte superior de uma estrutura constituinte do equipamento que, após a colocação dos mesmos no seu interior, é fechada para que os raios-X não saiam para o exterior. Na parte inferior da mesma estrutura, é colocada a “pistola”, para que esta fique estável e segura ao longo das medições. Coloca-se o aparelho com a janela de medição virada para cima, de modo que esta fique adjacente ao recipiente que contém a amostra.

Posto isto procede-se às medições. Após as mesmas, o aparelho vai emitir um som e os resultados aparecerão em forma numérica, numa tabela, no ecrã do equipamento.

Quando as medições estiverem concluídas, os dados podem ser transferidos via USB para um computador, de modo a que possam ser analisados através de um *software* específico da Oxford Instruments.

Alguns dos elementos que podem ser identificados e quantificados por este equipamento são Ferro (Fe), Potássio (K), Titânio (Ti), Cálcio (Ca), Estrôncio (Sr), Manganês (Mn), Zircónio (Zr), Crómio (Cr), Cobre (Cu), Vanádio (V), Níquel (Ni), Arsénio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba), Estanho (Sn), Zinco (Zn), Molibdénio (Mo), Tálho (Tl), Antimónio (Sb), Chumbo (Pb), Selénio (Se), Cobalto (Co), Rubídio (Rb), Mercúrio (Hg), Silício (Si), Enxofre (S), Alumínio (Al), Fósforo (P), Cloro (Cl) e Magnésio (Mg).

3.7 Análise Estatística

Esta análise consistiu essencialmente na análise de “Clusters”, também designados por grupos. Segundo João Marocos (2003), esta técnica é definida como: “...técnica exploratória de análise multivariada que permite agrupar sujeitos ou variáveis em grupos homogêneos ou compactos relativamente a uma ou mais características comuns. Cada observação pertencente a um determinado Cluster é similar a todas as outras pertencentes a esse Cluster, e é diferente das observações pertencentes aos outros Clusters.”

O método de agrupamento implementado neste estudo tem como nome “Método de Ward” e consiste num agrupamento hierárquico, onde a medida de similaridade utilizada para formar os “Clusters”, corresponde à soma dos quadrados entre dois grupos. Este procedimento é feito em todas as variáveis.

Neste caso as variáveis foram agrupadas através de uma medida designada por “Distância Euclidiana”, que corresponde a uma medida de dissemelhança.

A análise de “Clusters” foi efectuada com as três componentes, que neste caso correspondem à cor, à susceptibilidade e à fluorescência de raios-X.

Em cada caso é obtido um gráfico, designado por dendrograma, com um determinado número de grupos correspondentes, onde as variáveis com valores mais semelhantes se encontram no mesmo “Cluster” e as que apresentam valores mais divergentes se situam em “Clusters” diferentes.

O número de “Clusters” presente num gráfico varia muito consoante a quantidade de variáveis e a homogeneidade ou heterogeneidade entre elas, o que torna os gráficos com menos variáveis, mais fáceis de analisar.

No final foram obtidos quatro dendrogramas, nos quais estavam inseridas todas as variáveis, sendo que o primeiro apenas representava os valores da cor, e os seguintes foram acumulando, a partir do gráfico da cor, as restantes componentes analisadas. Assim adquiriram-se dendrogramas da cor; da cor mais a suscetibilidade; da cor mais a fluorescência de raios-X (FRX) e por fim da cor mais a fluorescência de raios-X (FRX) mais a susceptibilidade.

4. Resultados e Discussão

4.1.1 Análise da Cor – Microespectrofotómetro

Esta técnica foi uma análise experimental, uma vez que nunca foi utilizada em amostras de solos, por parte dos peritos do LPC de Lisboa. No entanto, este equipamento revela-se de grande importância, quando utilizado em tintas e/ou fibras, pelas entidades competentes.

Para o efeito, foram realizados vários testes em três amostras de solo, sendo uma da ilha dos Açores e duas de Portugal Continental: I-FAIAL-2; N-MIN-1 e S-RAP-1. Estas amostras correspondem respectivamente aos locais de Ilha do Faial nos Açores, Mindelo em Vila do Conde e Raposeira em Vila do Bispo.

Os ensaios foram efectuados no microscópio com as objectivas de x5 (Figura 5), x10 (Figura 6) e x20 (Figura 7), de maneira a verificar qual a mais adequada para o estudo de solos.

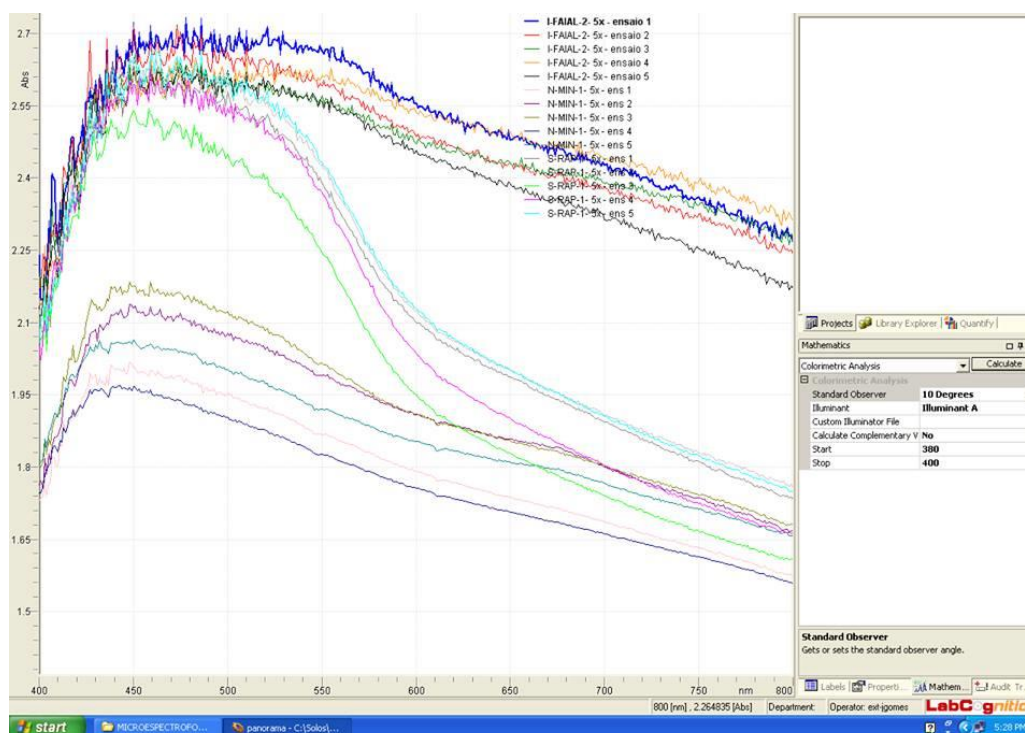


Figura 5 - Espectros da cor das três amostras em estudo, usando a objectiva de x5.

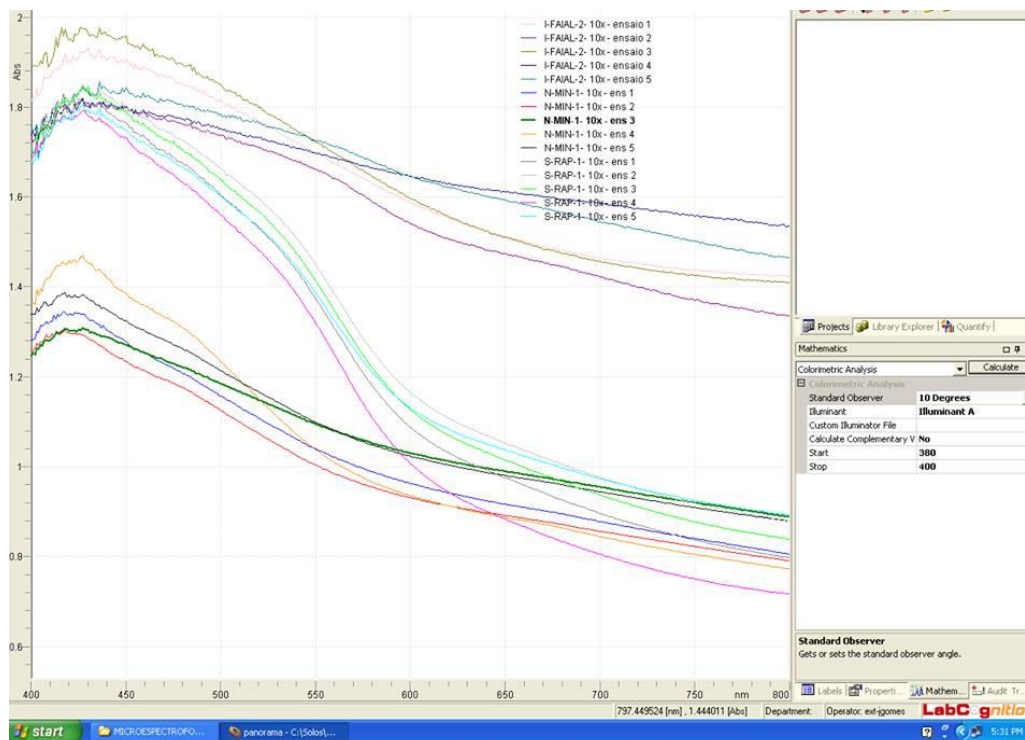
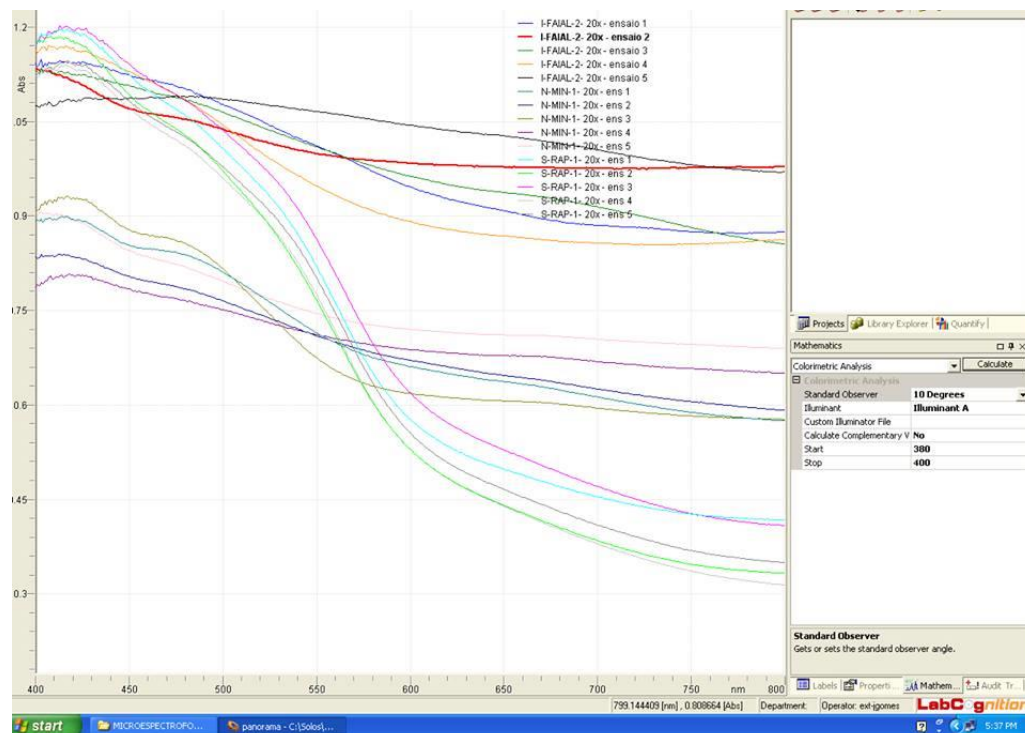


Figura 6 (em cima) - Espectros da cor das três amostras em estudo, usando a objectiva de x10.

Figura 7 (em baixo) - Espectros da cor das três amostras em estudo, usando a objectiva de x20.



Relativamente aos ensaios, é possível observar que, em cada amostra, os cinco testes correspondentes apresentam semelhanças entre eles. Assim verificam-se três conjuntos de espectros, correspondentes às três amostras em estudo.

A nível dos espectros propriamente ditos, verifica-se que estes apresentam sempre algum ruído, sendo bastante notório que este varie significativamente aquando a troca da objectiva. A objectiva de x5 é a que apresenta um ruído mais elevado e a de x20 um ruído mais reduzido.

Parece-nos que este equipamento não é muito adequado ao estudo de solos, devido a dois factores principais.

Primeiro, o dispositivo está preparado para analisar material em 2D, isto é, objectos planos que não apresentem irregularidades. As superfícies irregulares dos grãos e os espaços vazios presentes entre os mesmos, impedem uma análise representativa, obtida de forma rápida. Este facto pode ser responsável pelo elevado ruído representado nos espectros da cor.

Outro elemento negativo deste equipamento, centra-se nas objectivas disponíveis no microscópio constituinte. Todas têm vantagens e desvantagens na sua utilização, o que as torna desapropriadas, no caso dos solos.

A objectiva de x20, sendo a mais adaptada nas tintas, também revela ser a mais adequada nos solos, devido aos seus espectros apresentarem o ruído mais reduzido, o que torna a análise mais fácil e plausível. No entanto, esta não é uma objectiva muito eficaz, uma vez que a janela que ela cobre, apenas consegue focar um grão de cada vez. Isto dificulta não só a focagem da imagem, como também a determinação da cor, visto que o resultado não é representativo da amostra de solo na sua totalidade.

Em contrapartida, as objetivas de x5 e x10, por terem uma ampliação mais baixa, conseguem representar melhor os valores da cor, da amostra total. Apesar disto, também não são objetivas apropriadas, uma vez que os espectros delas resultantes apresentam muito ruído, o que impede uma boa análise dos dados e assim a determinação da cor das amostras.

4.1.2 Análise da Cor – Espectrofotómetro

Esta técnica, já utilizada em solos, é adequada para o efeito. Têm as grandes vantagens de ser portátil e também de ser fácil de utilizar.

Os dados obtidos deste equipamento são objectivos e rápidos de adquirir.

Os resultados da cor são representados em várias componentes, nomeadamente os dados das coordenadas L^* ; a^* ; b^* (Figuras 8,9 e 10) e refletância (Figura 11). Estes foram colocados em gráficos, permitindo observar e analisar as quatro áreas em estudo, simultaneamente.

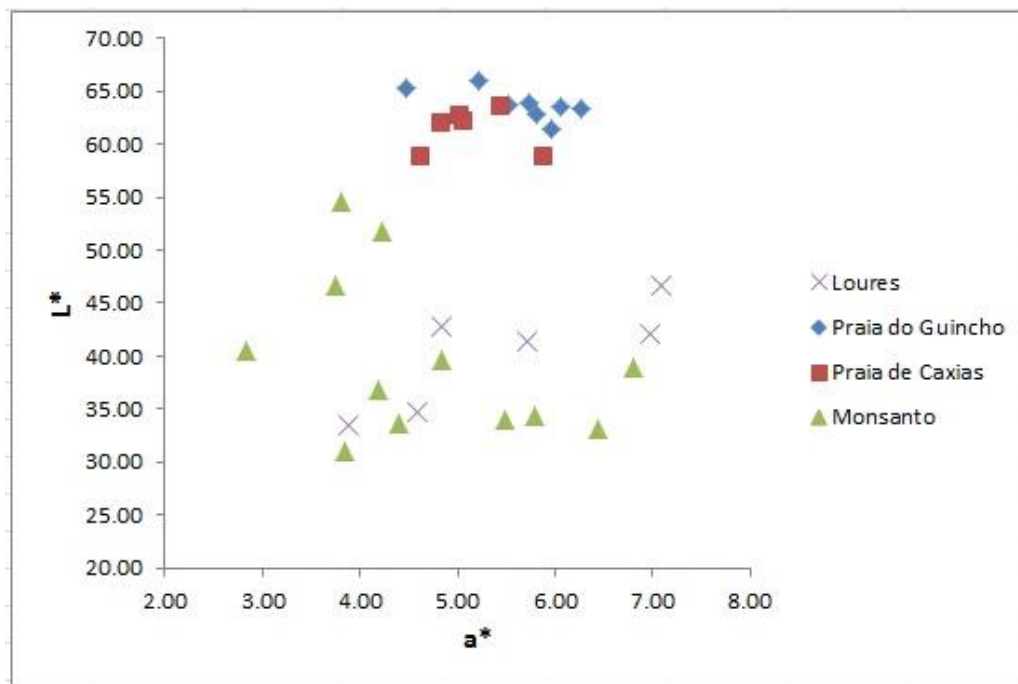
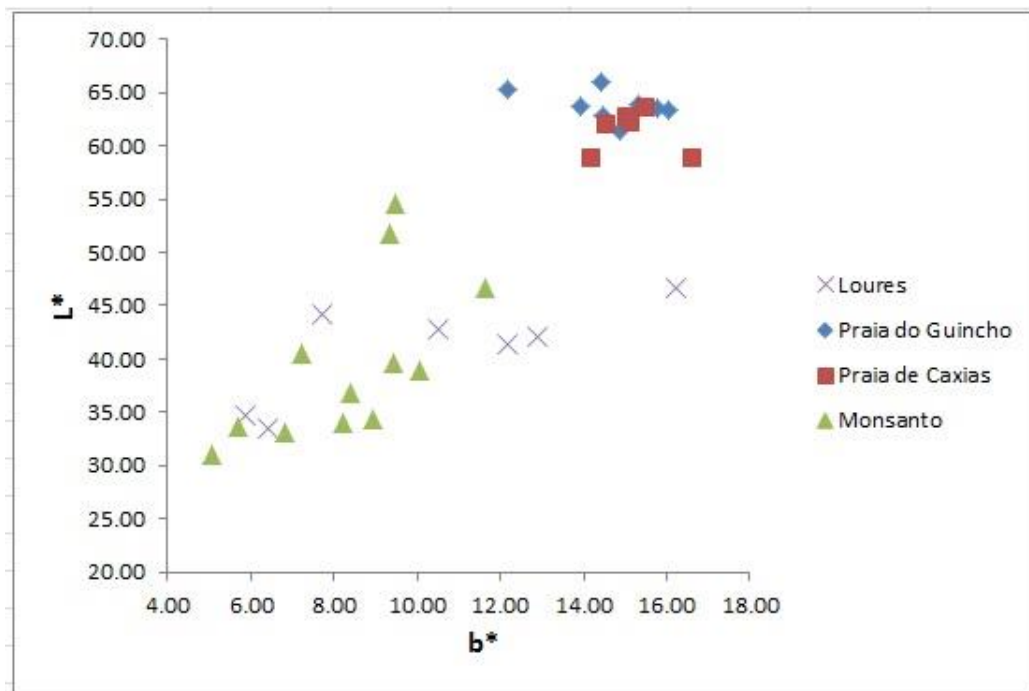
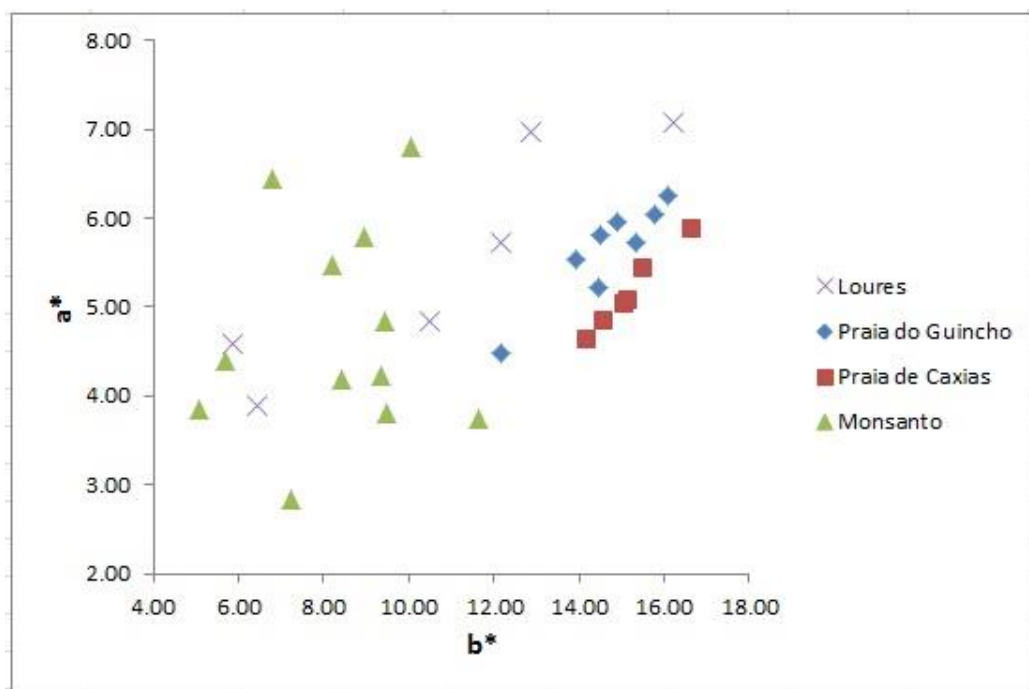


Figura 8 - Gráfico com os dados de L^* e a^* nas quatro áreas.

Figura 9 - Gráfico com os dados de L^* e b^* nas quatro áreas.Figura 10 - Gráfico com os dados de a^* e b^* nas quatro áreas.

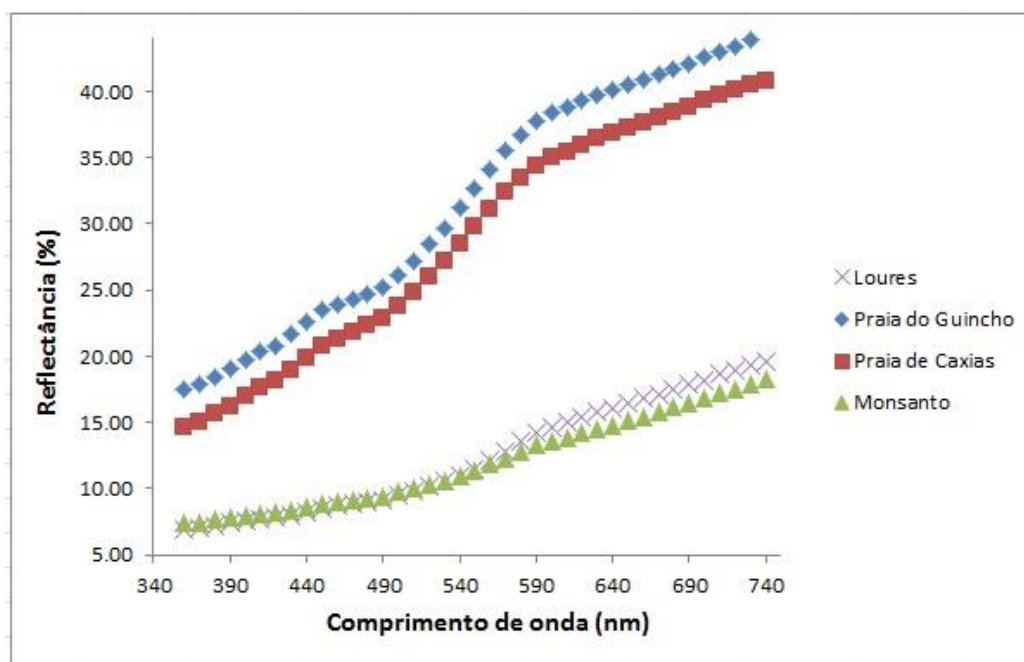


Figura 11 - Gráfico com os dados da refletância nas quatro áreas.

Ao observar os gráficos de L^* , a^* e b^* (Figuras 8-11), verifica-se que existem claramente dois conjuntos de dados. Um conjunto relativo às duas praias e outro associado aos solos de Monsanto e Loures, sendo que as duas praias apresentam valores muito mais semelhantes que os outros dois locais, onde os valores se mostram muito mais dispersos. Estes dois conjuntos de dados são menos evidentes no gráfico a^*/b^* .

A nível das coordenadas L^* e b^* (Figuras 8,9 e 10), os valores mais elevados correspondem aos sedimentos das praias do Guincho e de Caxias, enquanto que na coordenada a^* os valores mais elevados são os dos solos de Loures e Monsanto.

Relativamente aos dados da refletância (Figura 11), também é possível observar uma clara distinção entre as amostras provenientes das praias e as provenientes de Monsanto e Loures. Os valores das praias são novamente mais elevados que os outros dois locais.

Esta análise foi bem sucedida, no que diz respeito à determinação da cor dos solos.

Determinou-se com precisão a cor dos solos e as analogias/diferenças entre as quatro áreas de estudo.

4.2 Análise da Suscetibilidade Magnética

Esta análise foi realizada pelo equipamento KT-10 v2 Magnetic Susceptibility Meter, muito utilizado nos solos.

Também é portátil e rápido, o que o torna fácil de manobrar.

Os seus resultados são objetivos, no entanto não detetam valores negativos.

<i>Amostra</i>	<i>Suscetibilidade ($\times 10^{-3} SI$)</i>
C-LISB-1-a	0
C-LISB-1-b	0
C-LISB-1-c	0
C-LISB-1-d	0
C-LISB-1-e	1.923
C-LISB-1-f	0
C-LISB-1-g	0
C-LISB-1-h	0
C-LISB-2-a	0.487
C-LISB-2-b	0
C-LISB-2-c	0
C-LISB-2-d	0
C-LISB-2-e	3.542
C-LISB-2-f	0.804
C-LISB-3-a	8
C-LISB-3-b	3.833
C-LISB-3-c	10.444
C-LISB-3-d	5.531
C-LISB-3-e	8.968
C-LISB-3-f	0
C-LISB-3-g	4.383
C-LISB-3-h	0
C-LISB-3-i	2.260
C-LISB-3-j	2.526
C-LISB-3-k	7.362
C-LISB-3-l	1.296
C-LISB-4-a	2.218
C-LISB-4-b	6.782
C-LISB-4-c	6.501
C-LISB-4-d	0
C-LISB-4-e	9.755
C-LISB-4-f	2.893
C-LISB-4-g	0.878

Tabela 9 - Valores da susceptibilidade magnética, nas quatro áreas de estudo.

Tal como referido acima, não há valores negativos, uma vez que estes não são medidos pelo equipamento, no entanto nas duas praias, existem vários valores nulos, ou seja, que não têm susceptibilidade magnética.

Isto deve-se à mineralogia dos solos. Grande parte das amostras, apresentam areias de praia com uma quantidade significativa de grãos de quartzo, o que justifica os valores nulos, sobretudo na praia do Guincho.

Em contrapartida, em Loures e Monsanto há a ocorrência de algumas amostras com valores bastante elevados relativamente aos valores das restantes.

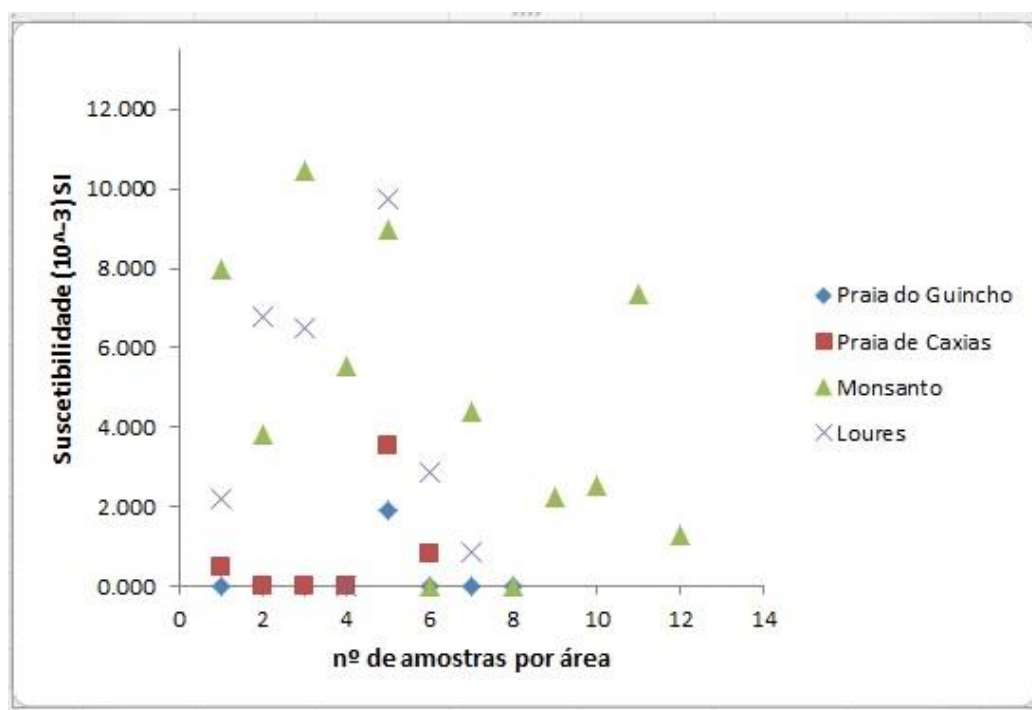


Figura 12 - Gráfico com os dados da susceptibilidade magnética, associados às quatro áreas. (Os valores de 1 a 12 no eixo horizontal, correspondem ao número de amostras por local, sendo o 1 a primeira amostra recolhida e 12 a última)

Foram feitas dez medições para cada amostra. Posto isto, foi elaborado um gráfico (Figura 12) com a média dessas medições, para cada amostra.

Como referido anteriormente, grande parte dos valores obtidos nas duas praias são nulos, no entanto os que têm valor positivo, são muito próximos.

Os valores de Monsanto e Loures são os mais elevados, não obstante, são novamente mais dispersos que os das praias.

4.3 Análise da composição química elementar – Fluorescência de raios-X

Esta técnica consistiu em analisar a composição química elementar de cada amostra de solo.

Durante um período de um minuto e através do método “Soil_2Cond_” (um dos métodos de calibração disponíveis), foram identificados os elementos químicos presentes em cada amostra de solo, assim como os seus teores em percentagem de massa (% de massa).

Mais uma vez o equipamento é portátil e bastante rápido na aquisição dos dados.

Estes são apresentados em forma de tabela, assim como em forma de espectros.

Apesar do dispositivo não ser muito rigoroso, os seus resultados são sempre fiáveis e concretos.

Os valores foram representados na tabela 10, onde se observa que os teores de cada elemento químico variam de amostra para amostra. Estes encontram-se entre 0 e 32.379 % de massa.

Relativamente aos elementos propriamente ditos, constataram-se os seguintes factores:

- i. O Cálcio (Ca) e o Ferro (Fe), correspondem aos elementos com teores mais elevados;
- ii. O Cobalto (Co), o Cobre (Cu), o Estanho (Sn) e o Tântalo (Ta) são os elementos com teores mais reduzidos;
- iii. Em Monsanto e Loures, existem elementos químicos, cujo teor nas duas praias é muito reduzido ou nulo, tais como o Vanádio (V), o Crómio (Cr), o Níquel (Ni) e o Cobre (Cu);
- iv. Nos sedimentos das praias, o número de elementos químicos detetados é muito inferior ao dos solos de Monsanto e Loures, pelo que foram identificados dez e dezoito elementos químicos respetivamente;
- v. Elementos como o Potássio (K), o Cálcio (Ca), o Titânio (Ti), o Manganês (Mn), o Ferro (Fe), o Rubídio (Rb), o Estrôncio (Sr) e o Zircónio (Zr), foram detetados em todas as amostras, tanto nos sedimentos, como nos solos, no entanto os seus teores são muito variáveis.

Para uma melhor compreensão e análise destes valores, procedeu-se também à observação dos espectros correspondentes aos elementos presentes nas amostras.

Name	K (% de massa)	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Sn	Ba	Ta	Pb
C-LISB-1-a	0.7783	12.163	0	0.0369	0	0	0.0066	0.2371	0	0	0	0	0.0042	0.0437	0	0.0043	0	0	0	0.0009
C-LISB-1-b	0.8124	15.181	0	0.0479	0	0	0.0094	0.3895	0	0	0	0	0.0049	0.0453	0	0.0046	0	0	0	0
C-LISB-1-c	0.9039	19.66	0	0.0375	0	0	0.0196	0.3672	0	0	0	0	0.007	0.0647	0	0.0047	0	0	0	0.0017
C-LISB-1-d	0.4672	21.11	0	0.0141	0	0	0.0136	0.3016	0	0	0	0	0.0029	0.0658	0	0.0039	0	0	0	0
C-LISB-1-e	0.8694	13.243	0	0.038	0	0	0.0091	0.2278	0	0	0	0	0.0063	0.0386	0	0.0049	0	0	0	0.0011
C-LISB-1-f	0.6125	17.78	0	0.0398	0	0	0.0097	0.3059	0	0	0	0	0.0049	0.0624	0	0.0047	0	0	0	0.0012
C-LISB-1-g	0.5499	16.65	0	0.0118	0	0	0.0062	0.3867	0	0	0	0	0.0047	0.0581	0	0.0046	0	0	0	0
C-LISB-1-h	0.3892	19.799	0	0.0266	0	0	0.02	0.3253	0	0	0	0	0.0035	0.0596	0	0.0055	0	0	0	0
C-LISB-2-a	1.4357	12.121	0	0.0887	0	0	0.0112	0.5093	0	0	0	0.0013	0.0086	0.0565	0	0.0051	0	0	0	0
C-LISB-2-b	1.0665	24.277	0	0.0392	0	0	0.0141	0.4455	0	0	0	0.0014	0.0113	0.0391	0	0.005	0	0	0	0
C-LISB-2-c	0.6777	15.745	0	0.1615	0	0	0.0213	0.6847	0	0	0	0.001	0.0058	0.0495	0	0.006	0	0	0	0.001
C-LISB-2-d	0.7191	18.036	0	0.2782	0	0.0031	0.02	1.2072	0	0	0	0.0027	0.0051	0.0574	0	0.0078	0	0.0152	0	0.0012
C-LISB-2-e	0.6941	14.396	0	0.0755	0	0	0.0148	0.5119	0	0	0	0.0011	0.0049	0.045	0	0.0067	0	0	0	0
C-LISB-2-f	0.765	16.681	0	0.1082	0	0	0.0354	0.5774	0	0	0	0.002	0.0055	0.0504	0	0.0046	0	0	0	0.0018
C-LISB-4-a	1.0411	7.9816	0	1.8735	0.0215	0.0213	0.103	7.2385	0	0.0061	0.0042	0.0162	0.0058	0.0485	0	0.0209	0	0.0181	0	0.0013
C-LISB-4-b	0.6381	3.9893	0	2.2693	0.0345	0.014	0.1423	8.9968	0.0055	0.0063	0.0029	0.0069	0.0022	0.0688	0	0.0236	0	0.0218	0	0.0012
C-LISB-4-c	0.5325	2.1543	0	2.4939	0.041	0.015	0.1709	9.5758	0.0067	0.005	0.0025	0.0077	0.0027	0.0427	0	0.0251	0.0047	0.0233	0.0034	0.0015
C-LISB-4-d	0.2593	1.5449	0	1.905	0.0161	0.0053	0.1092	7.0094	0	0.0055	0.0011	0.0077	0.0019	0.0171	0	0.0217	0	0	0.0029	0
C-LISB-4-e	0.8242	2.7505	0	2.003	0.0273	0.0147	0.1067	7.3501	0	0.0057	0.0072	0.0069	0.0041	0.0391	0	0.0226	0	0.0225	0.0028	0
C-LISB-4-f	2.0463	7.3026	0	0.4411	0	0.0046	0.0552	2.7369	0	0	0	0.0046	0.0173	0.008	0	0.0156	0	0	0	0.0031
C-LISB-4-g	0.9764	11.68	0	0.6847	0	0.0073	0.0712	4.0806	0	0.0038	0.0019	0.0067	0.0069	0.0295	0	0.0189	0	0	0	0.0025
C-LISB-3-a	0.3595	1.8392	0	2.511	0.0478	0.0441	0.1617	10.069	0	0.021	0.0045	0.0074	0.0028	0.0291	0	0.0317	0.0045	0.0463	0.0042	0.0038
C-LISB-3-b	0.5788	6.5533	0	1.6281	0.0165	0.0166	0.1079	5.8218	0	0.0086	0.0035	0.0127	0.0031	0.0367	0	0.0204	0	0.0149	0	0.0068
C-LISB-3-c	1.5171	3.3341	0	2.0307	0.0283	0.0284	0.1466	8.2789	0	0.0169	0.0036	0.0104	0.006	0.0395	0	0.0269	0	0.021	0.0034	0.0013
C-LISB-3-d	0.9195	12.458	0	1.1506	0	0.0248	0.0832	5.2199	0	0.011	0.0036	0.0152	0.0046	0.0548	0	0.0174	0	0.0195	0	0.0294
C-LISB-3-e	1.0838	9.0956	0	1.1666	0.0203	0.0174	0.0876	5.5224	0	0.0094	0.0041	0.0226	0.0061	0.0315	0	0.0181	0	0	0	0.0108
C-LISB-3-f	1.4349	16.117	0	0.2734	0	0.0047	0.0341	1.8893	0	0.0014	0.0012	0.0052	0.013	0.0104	0	0.0119	0	0	0	0.0035
C-LISB-3-g	0.6068	6.049	0	1.9893	0.0239	0.0382	0.1478	8.8163	0	0.0215	0.0046	0.011	0.0029	0.0644	0	0.0281	0	0.0228	0.0035	0.0038
C-LISB-3-h	0.9221	32.379	0	0.2915	0	0	0.0223	1.4495	0	0	0.0032	0.0152	0.0053	0.0185	0	0.0068	0	0	0	0.0109
C-LISB-3-i	0.7737	4.3389	0	1.297	0.0183	0.0181	0.1314	6.2402	0.0056	0.0083	0.0034	0.0135	0.0048	0.0224	0	0.0194	0	0.0155	0	0.1108
C-LISB-3-j	0.8115	3.343	0	2.2842	0.041	0.0388	0.2387	8.8158	0.0066	0.0161	0.0034	0.0085	0.0064	0.0227	0	0.032	0	0.0186	0.0027	0.0036
C-LISB-3-k	1.1336	4.291	0	1.3486	0.0185	0.018	0.0987	6.5369	0	0.0112	0.0041	0.0089	0.0049	0.0417	0	0.0216	0	0.0192	0	0.0017
C-LISB-3-l	1.084	24.306	0	0.725	0	0	0.064	3.0563	0	0.0032	0.0041	0.0216	0.0103	0.0214	0	0.0114	0	0.0197	0	0.027

Tabela 10 - Valores em percentagem de massa, dos teores de cada elemento químico nas amostras.

4.4 Análise Estatística

Cor

Através da análise de “clusters” referente aos parâmetros cromáticos L^* , a^* e b^* foi possível separar as amostras das praias das amostras de solo recolhidas em Monsanto e Loures. Apesar disto, não foi possível efetuar uma discriminação entre as amostras das duas praias, uma vez que os seus valores são muito semelhantes. Quanto aos solos, estes também não foram distinguidos, no entanto os valores que apresentam são muito mais dispersos que os das praias (Figura 13 – A).

Cor e Suscetibilidade

Quando adicionados os valores da suscetibilidade na análise, estes não acrescentam muito aos obtidos na cor, uma vez que são bastante variáveis, sobretudo nos solos. Este método não ajudou muito na discriminação das amostras, nem permitiu melhorar a discriminação obtida pelos resultados da cor, visto que, mesmo no caso das duas praias, onde os valores são geralmente mais próximos, apresentam-se muito discrepantes.

Cor e Fluorescência de raios-X (FRX)

A nível dos solos a discriminação entre amostras permaneceu semelhante com a fluorescência de raios-X, uma vez que se mantêm misturados e muito variáveis. Quanto às praias, a união dos valores da cor com estes resultados permitiu claramente distinguir não só as amostras de praia das de solos, como também discriminar as amostras correspondentes a cada praia (Figura 13 – B).

Cor, Fluorescência de raios-X (FRX) e Suscetibilidade

A junção da suscetibilidade magnética é mais reveladora, pois permite discriminar, com maior precisão, a separação entre as amostras das duas praias (Figura 13 – C).

Através da composição química foi possível ainda constatar que no conjunto de amostras da praia de Caxias, existe uma amostra (C-LISB-2-d) cujos valores indicam uma discrepância relativamente às outras da mesma área (Figura 14).

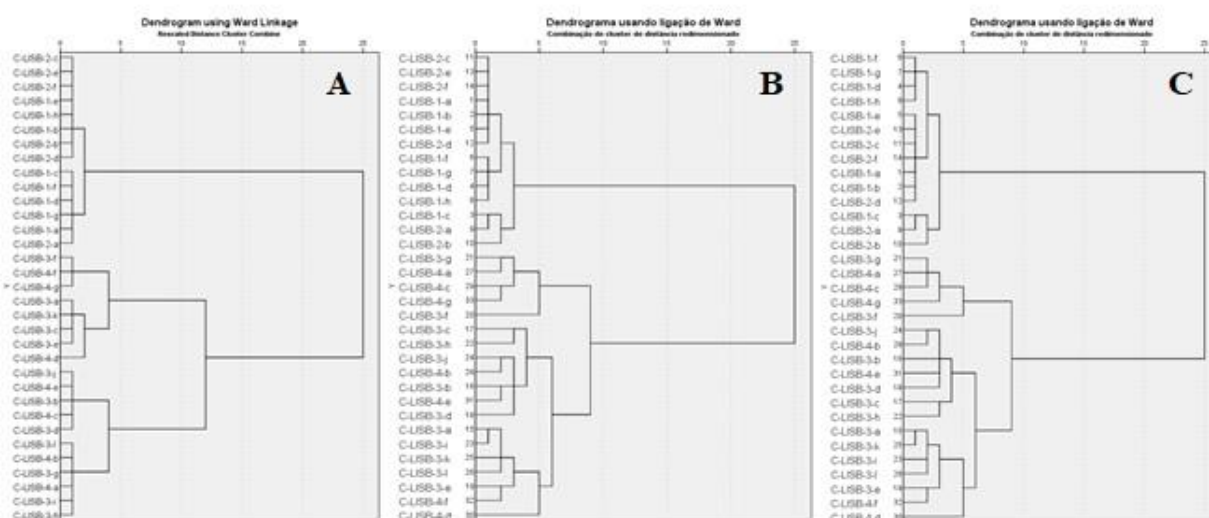


Figura 13 - Análise estatística de "clusters" correspondentes à cor (A), cor e FRX (B) e cor, FRX e suscetibilidade (C).

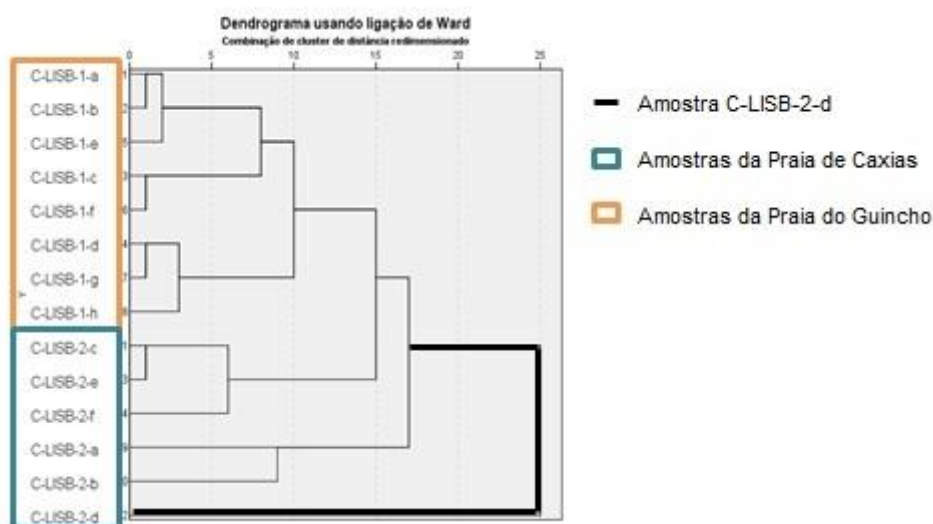


Figura 14 - Análise de "clusters" da Fluorescência de raios-X, das duas praias.

A discrepância desta amostra não tem razão aparente, uma vez que apresenta a mesma litologia e as mesmas condições que quatro das outras amostras do mesmo local. No entanto poderá ser justificada pela presença de muito material sintético naquele ponto, visto que aparenta ser um local de muita passagem de peões, mais do que nos outros pontos, o que poderá implicar uma maior contaminação, e por conseguinte, explicar a diferença de resultados comparativamente às restantes.

Em suma, estes três métodos revelam-se importantes e úteis, quando analisados em conjunto, uma vez que permitiram distinguir com clareza as quatro zonas de estudo, sendo esta discriminação menos evidente nos solos provenientes de Monsanto e Loures.

5. Conclusões

Este estudo demonstrou que as técnicas utilizadas são viáveis na análise forense de solos, tendo inúmeras vantagens tais como, o seu carácter não destrutivo, a sua portabilidade, a sua fácil utilização e a sua rápida aquisição dos dados. A combinação das diferentes técnicas aplicadas na caracterização das amostras de solos da região de Lisboa permitiu a discriminação de amostras pertencentes às diferentes áreas e deste modo contribuir para uma melhoria da resposta forense na investigação criminal.

As técnicas abordadas neste Estágio são dependentes, o que implica que a sua conjugação se torne impreterível, para os seus resultados sejam significativos.

Assim sendo, seria de grande proveito continuar com este estudo e aprofundar mais estas abordagens no futuro, recorrendo a outras técnicas mais independentes e igualmente importantes, nomeadamente a análise da matéria orgânica, do conteúdo polínico ou ainda do DNA do solo.

Também seria relevante no futuro continuar com este trabalho, levando a cabo uma amostragem mais numerosa, com malhas mais estreitas, permitindo usufruir novamente destas técnicas e obter resultados mais precisos e detalhados.

Este é um tema que tem alcançado maior interesse ao longo dos anos e portanto é pertinente a sua continuidade e aperfeiçoamento.

A nível dos objetivos pretendidos, estes foram atingidos, pelo que de facto as técnicas empregues neste estudo, permitiram a discriminação das amostras das diferentes áreas, mostrando uma eficácia ligeiramente superior nos sedimentos de praia.

6. Bibliografia

Carta Geológica de Portugal. Escala 1:50 000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. Folha 34-C. (1981)

Carta Geológica de Portugal. Escala 1:50 000. Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa. Folha 34-C. (2001)

Carta Geológica de Portugal. Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Lisboa. Folha 34-D. (2006)

FACULDADE DE CIÊNCIAS. *Menu principal – História da FCUP*. Acedido em 24 de Novembro de 2016, em: https://sigarra.up.pt/fcup/pt/web_page.inicial.

Fitzpatrick, R. W. (2009). Soil: Forensic Analysis. *Wiley Encyclopedia of Forensic Science*. John Wiley & Sons Ltd, Editora. pp: 2377-2388. Reino Unido.

Guedes, A., Ribeiro, H., Valentim, B. e Noronha, F. (2009). Quantitative color analysis of beach and dune sediments for forensic applications: A Portuguese example. *Forensic Science International*. 42-51.

Guedes, A., Ribeiro, H., Valentim, B., Rodrigues, A., Sant'Ovaia, H., Abreu, I. e Noronha, F. (2010). Characterization of soils from Algarve region (Portugal): A multidisciplinary approach for forensic applications. *Science and Justice*. 77-82.

Guedes, A., Murray, R.C., Ribeiro, H., Rodrigues, A., Sant'Ovaia, H., Valentim, B. e Noronha, F. (2013). Integration of different sediment characteristics to discriminate between sources of coastal sediments. *Geological Society, London, Special Publications*, v.384. pp:97-108. Acedido em: 11, Novembro, 2013, em: <http://sp.lyellcollection.org/>

Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (2010). *Visualizador de Mapas no geoPortal do LNEG*. Acedido em 18 de Outubro de 2016, em: <http://geoportal.lneg.pt/>

Maroco, J. (2003). *Análise estatística- com utilização do SPSS*. Capítulo 11 – Análise de Clusters. 2ª Edição, Sílabo, Lda. Lisboa.

Marumo, Y., Sugita, R. (2001). FORENSIC EXAMINATION OF SOIL EVIDENCE. *THE 13th INTERPOL FORENSIC SCIENCE SYMPOSIUM*, Lyon, France, 16-19 October 2001. pp. 1-11.

Murray, R. C., Tedrow, J. C. F. (1992). *Forensic Geology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 203 p.

Murray, R. C. (2004). *Evidence from the Earth: Forensic Geology and Criminal Investigation*. Mountain Press, Missoula, MT, 226 p.

Parfenoff, A., Pomerol, C., Tourenq, J. (1970). *Les Minéraux en Grains – Méthodes d'Étude et Détermination*. Paris: Masson et C^{ie}, Éditeurs.

POLÍCIA JUDICIÁRIA online (2001). *Espaço Institucional*. Acedido em 14 de Novembro de 2016, em: <http://www.pj.pt>.

Pye, K. (2007). *Geological and Soil Evidence: Forensic Applications*. CRC, Boca Raton, London, 335 pp.

Saye, S. E., Pye, K. (2004). Development of a coastal dune sediment database for England and Wales: forensic applications. *In*: Pye, K. e Croft, D. J. (Eds.), *Forensic Geoscience: Principles, Techniques and Applications*, Geological Society Special Publications, London, 232, 75-96.

7. Anexos

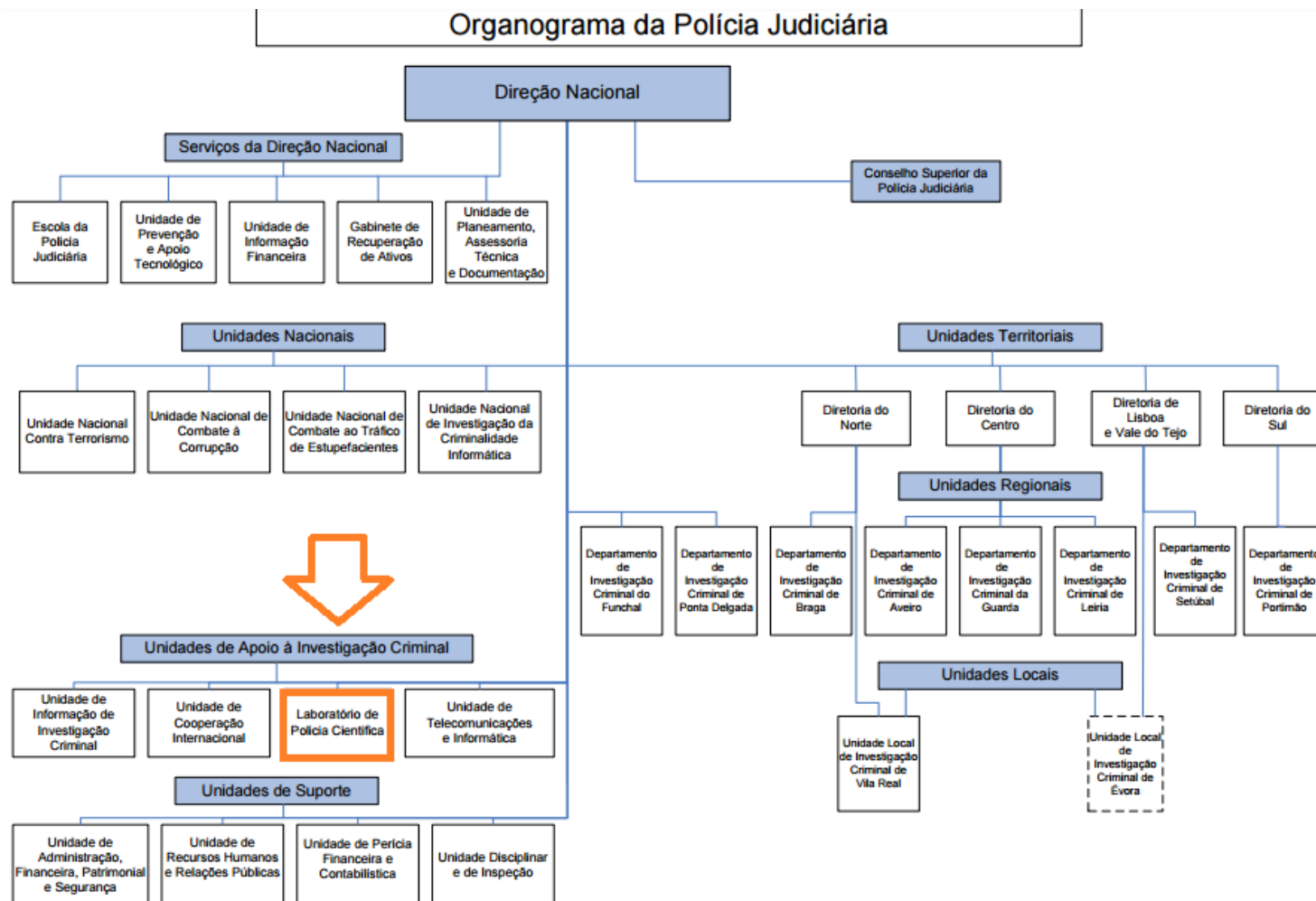


Figura 15 - Organograma da Polícia Judiciária.



Figura 18 - Recipiente de vidro (à esquerda) onde será armazenada a amostra (à direita).

Fonte: Ângela Pacheco



Figura 17 - Balança eléctrica onde as amostras são pesadas.

Fonte: Ângela Pacheco



Figura 16 - Escala de cores de Munsell.

Fonte: Via Internet



Figura 21 - Espectrofotómetro.

Fonte: Professora Alexandra Guedes



Figura 20 - Placa branca padrão de calibração.

Fonte: Ângela Pacheco

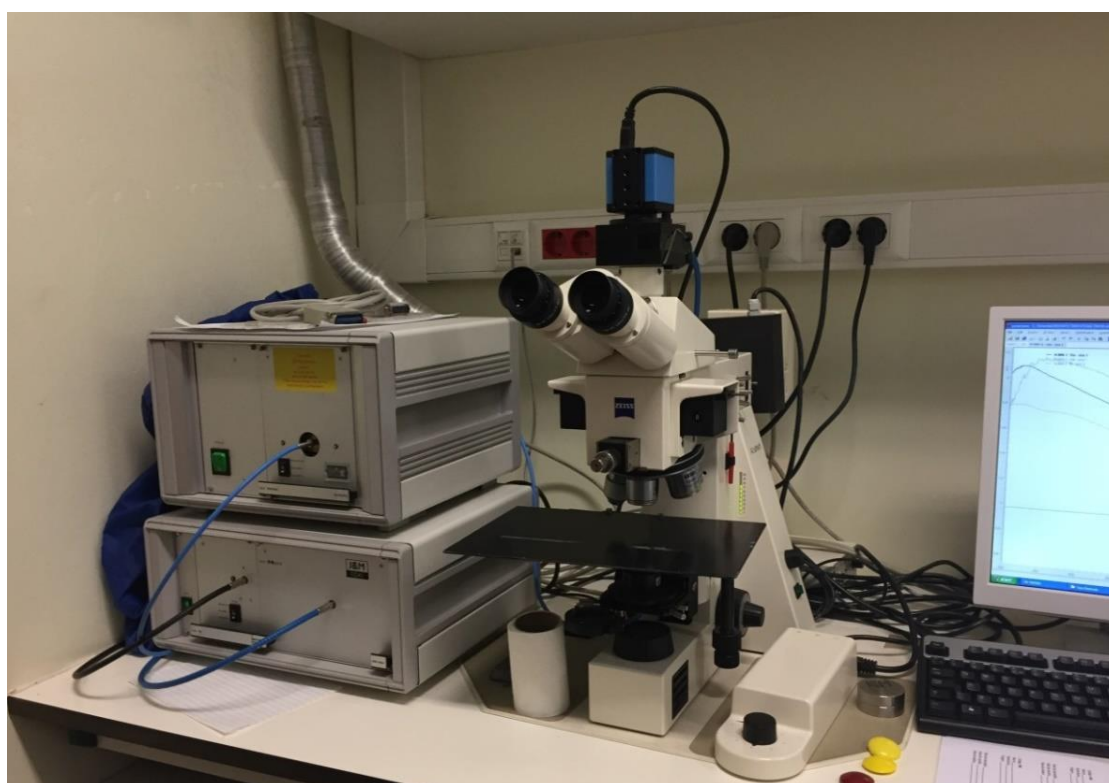


Figura 19 - Microespectrofotómetro.

Fonte: Ângela Pacheco



Figura 25 - Equipamento KT-10 Magnetic Susceptibility Meter.

Fonte: Ângela Pacheco



Figura 24 - Equipamento KT-10 Magnetic Susceptibility Meter.

Fonte: Ângela Pacheco



Figura 22 - Equipamento de Fluorescência de Raio-X.

Fonte: Via Internet



Figura 23 - Equipamento de Fluorescência de Raio-X.

Fonte: Ângela Pacheco

Fichas de Caracterização de solos para a Polícia Judiciária de Lisboa

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-a

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°43'49" N 9°28'27" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

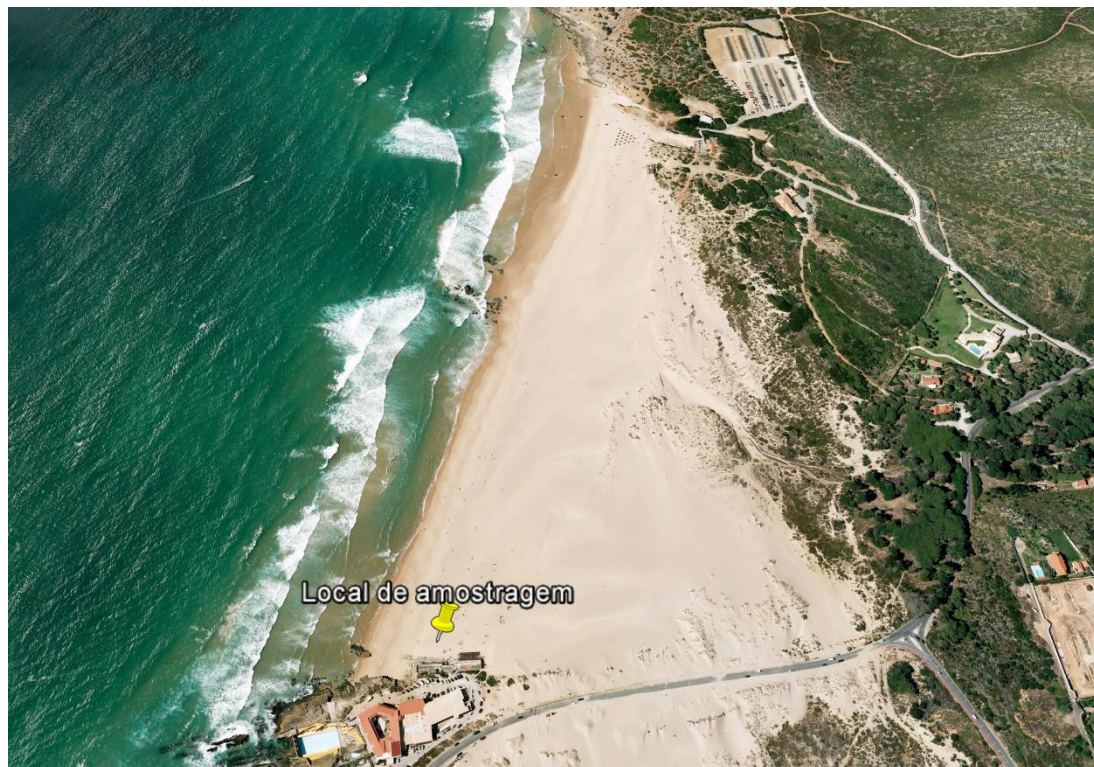


Figura 26 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 27 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se nas areias de praia.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 76 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 28 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 5

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
63.93	5.73	15.32

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-b

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°43'53" N 9°28'25" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

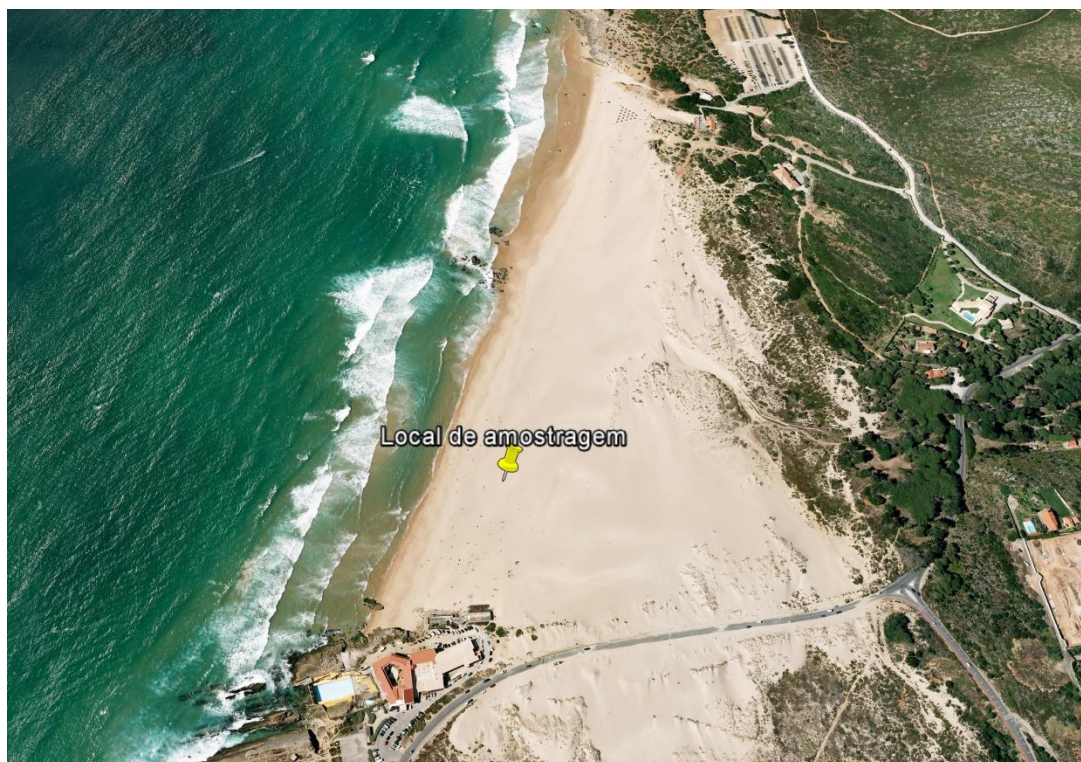


Figura 29 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 30 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, cujas litologias variam entre piroclastos, brechas, tufos e/ou cinzas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 95 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 31 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 5

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
63.77	5.53	13.92

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0 x 10⁻³ SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-c

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°43'59" N 9°28'23" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

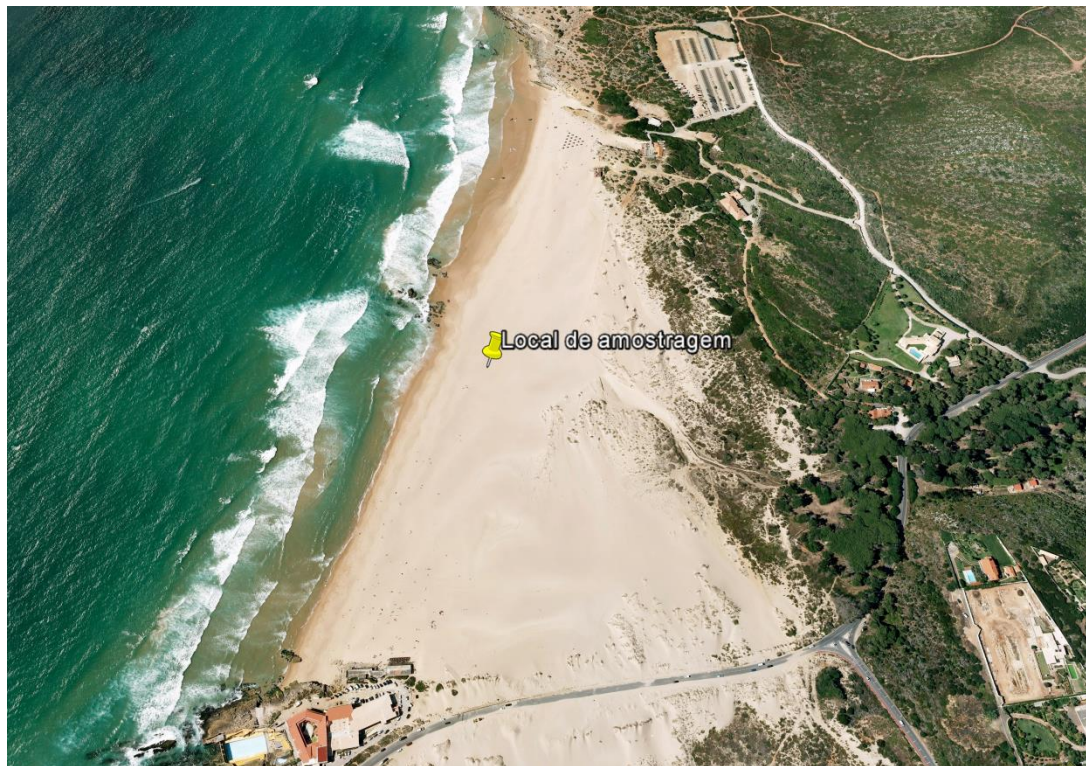


Figura 32 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 33 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se nas areias de praia.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 84 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 34 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 5

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
63.33	6.26	16.07

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-d

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°44'5" N 9°28'21" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

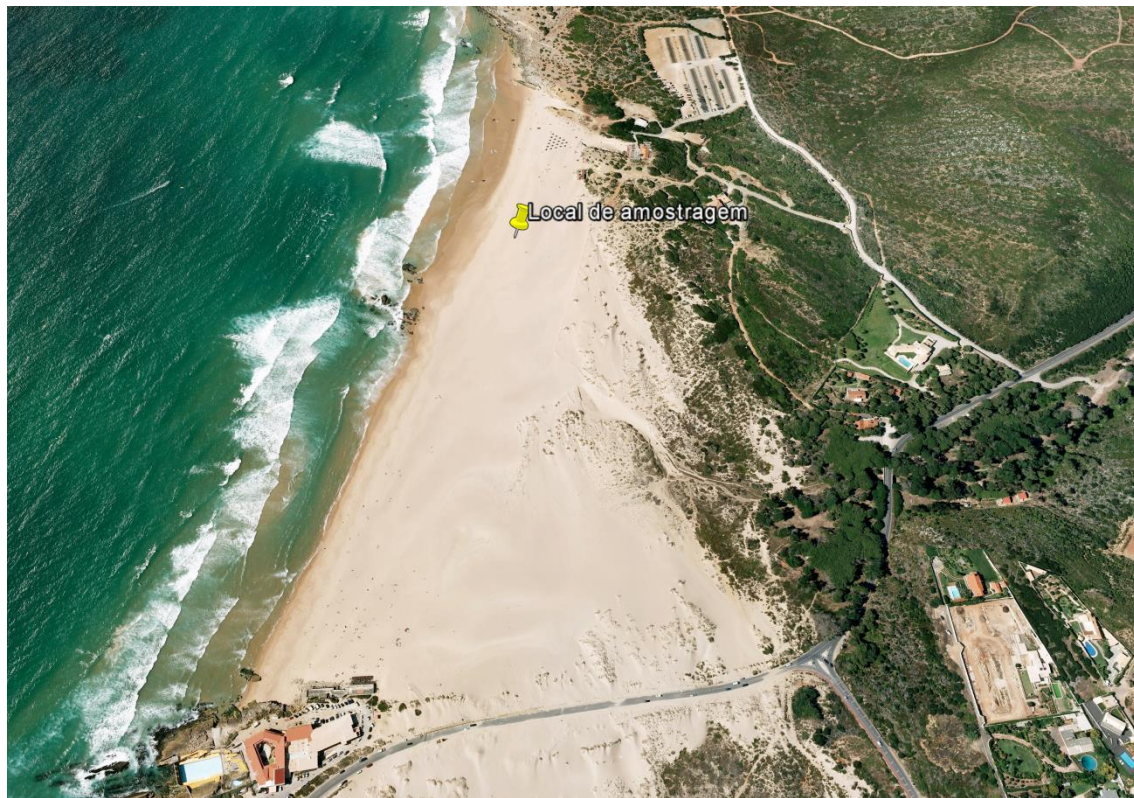


Figura 35 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 36 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se nas areias de praia.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 103 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 37 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6-7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
61.47	5.96	14.90

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-e

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°43'49" N 9°28'22" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).



Figura 38 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 39 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se nas dunas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 83 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra muito bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 8

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 40 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 9

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
66.01	5.23	14.45

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 1.923×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-f

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°43'52" N 9°28'21" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

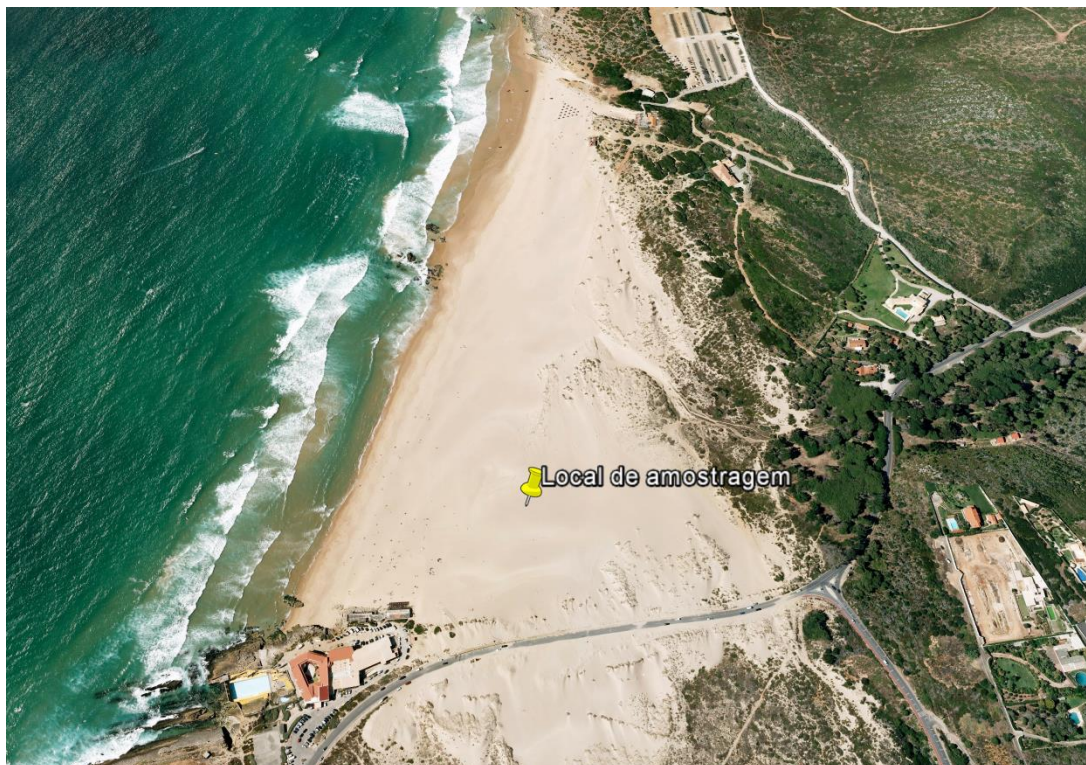


Figura 41 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 42 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se nas dunas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 64 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 43 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 9-10

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
63.50	6.05	15.77

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-g

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°43'57" N 9°28'19" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

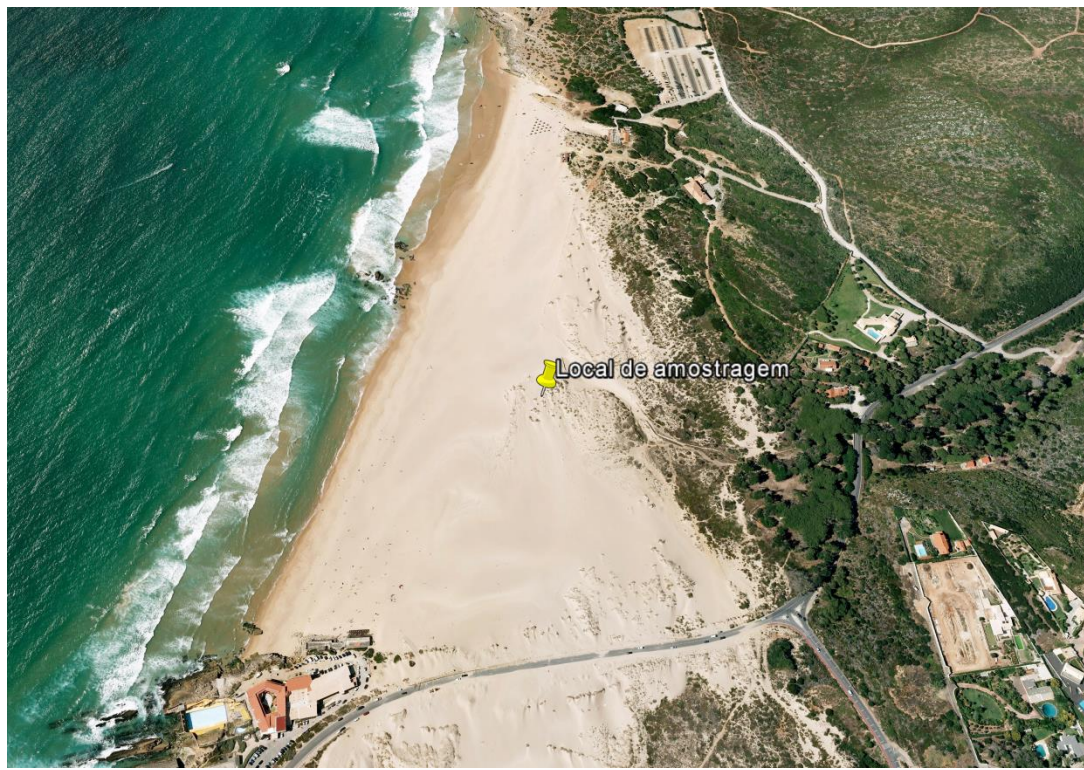


Figura 44 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 45 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se nas dunas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 77 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 46 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 9

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
62.89	5.81	14.49

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0 x 10⁻³ SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-1-h

-Origem-

Local de recolha: Praia do Guincho

Coordenadas: 38°44'2" N 9°28'17" W

Data de recolha: 13/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu muito nublado com alguns períodos de aguaceiros e vento) e às marés. No local estão presentes alguns elementos orgânicos (algas e fragmentos de concha). Vegetação quase nula (vegetação associada a dunas). Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

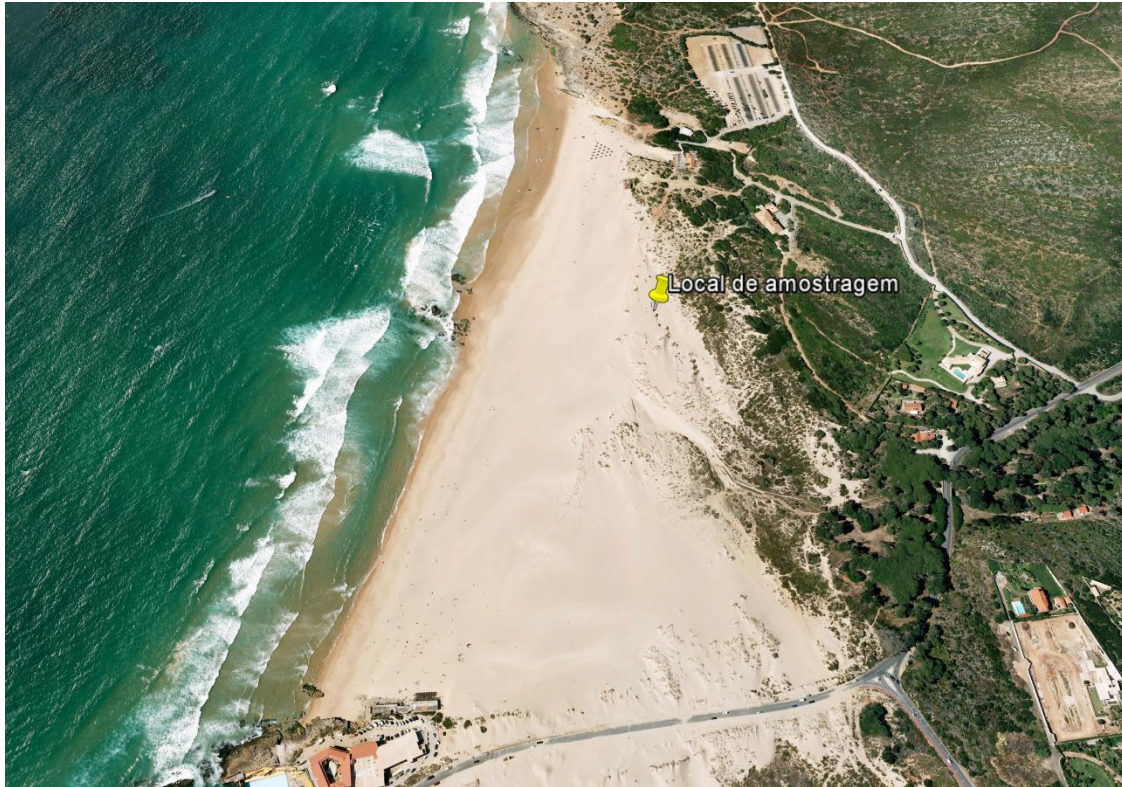


Figura 47 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 48 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende areias de praia e dunas e o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas.

Esta amostra inclui-se nas dunas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 69 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 49 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 9

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
65.30	4.48	12.17

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-2-a

-Origem-

Local de recolha: Praia de Caxias

Coordenadas: 38°41'54" N 9°16'54" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu nublado com alguns chuviscos) e às marés. No local estão presentes alguns elementos sintéticos (maços e beatas de tabaco) assim como elementos orgânicos (algas e zoóides (caravela-portuguesa)). Vegetação nula. Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

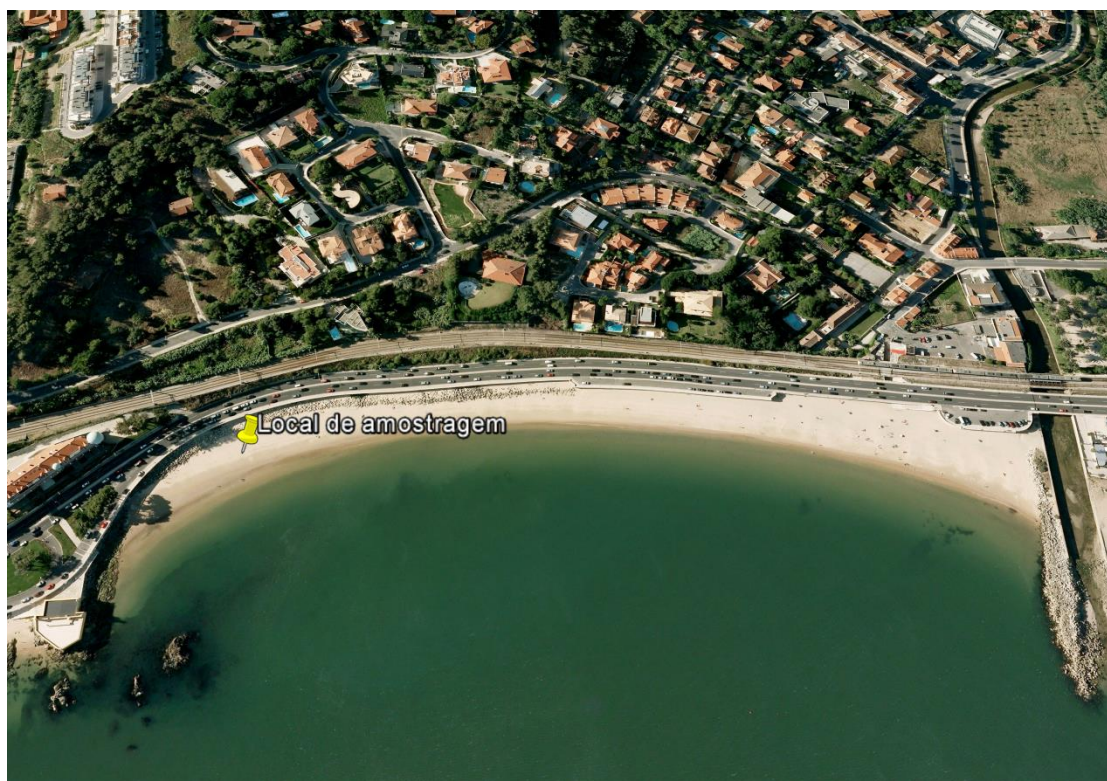


Figura 50 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 51 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas; Aluviões e Calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (calcários um pouco margosos e fossilíferos).

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufo e cinzas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 78 gramas

Granulometria: Grãos muito finos

Calibragem: Amostra muito bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 6

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 52 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6-7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
58.86	5.88	16.64

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0.487 x 10⁻³ SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-2-b

-Origem-

Local de recolha: Praia de Caxias

Coordenadas: 38°41'55" N 9°16'49" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu nublado com alguns chuviscos) e às marés. No local estão presentes alguns elementos sintéticos (maços e beatas de tabaco) assim como elementos orgânicos (algas e zoóides (caravela-portuguesa)). Vegetação nula. Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

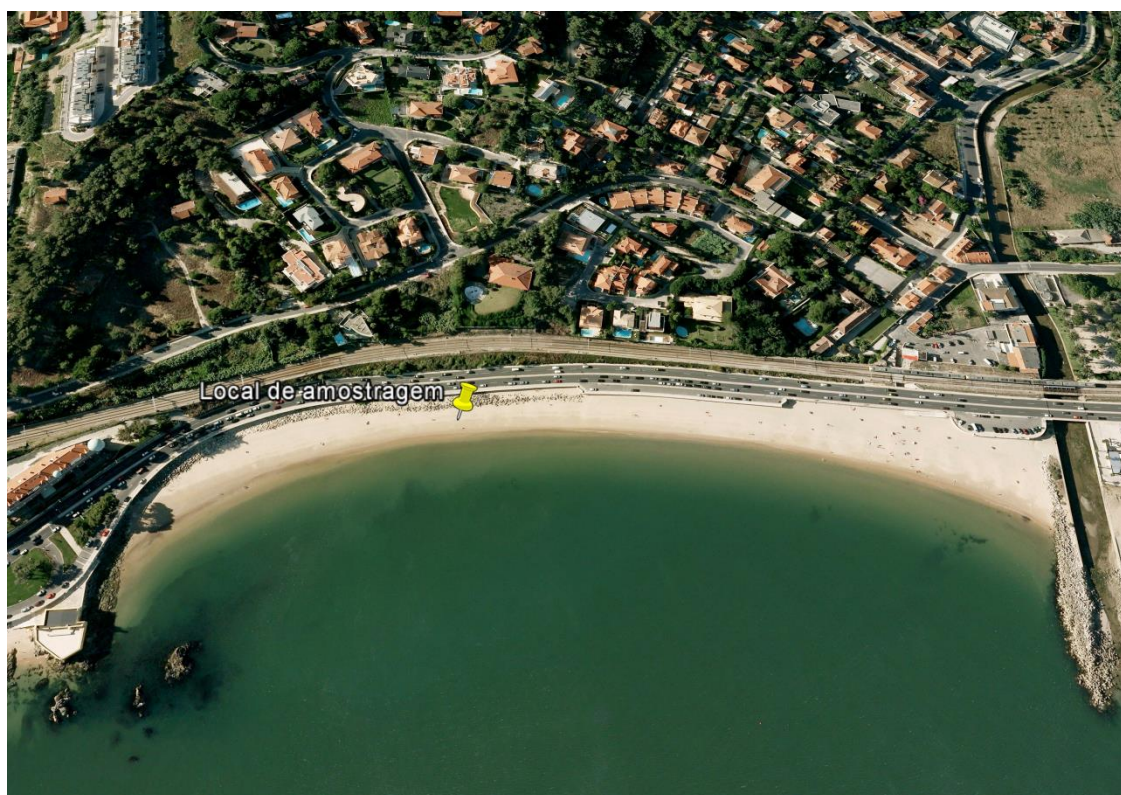


Figura 53 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 54 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas; Aluviões e Calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (calcários um pouco margosos e fossilíferos).

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufo e cinzas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 72 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 8

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 55 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
63.54	5.44	15.50

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-2-c

-Origem-

Local de recolha: Praia de Caxias

Coordenadas: 38°41'55" N 9°16'44" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu nublado com alguns chuviscos) e às marés. No local estão presentes alguns elementos sintéticos (maços e beatas de tabaco) assim como elementos orgânicos (algas e zoóides (caravela-portuguesa)). Vegetação nula. Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

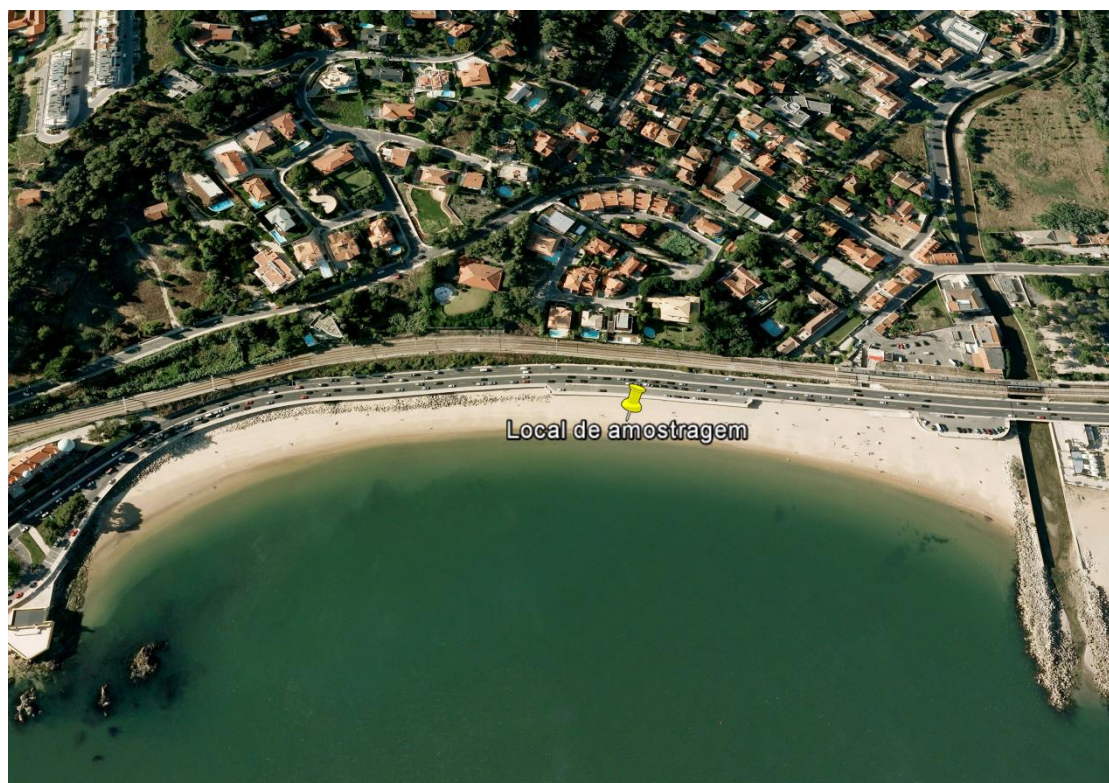


Figura 56 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 57 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas; Aluviões e Calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (calcários um pouco margosos e fossilíferos).

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufo e cinzas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 82 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mediantemente calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 58 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 5

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
62.73	5.03	15.07

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-2-d

-Origem-

Local de recolha: Praia de Caxias

Coordenadas: 38°41'55" N 9°16'40" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu nublado com alguns chuviscos) e às marés. No local estão presentes alguns elementos sintéticos (maços e beatas de tabaco) assim como elementos orgânicos (algas e zoóides (caravela-portuguesa)). Vegetação nula. Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

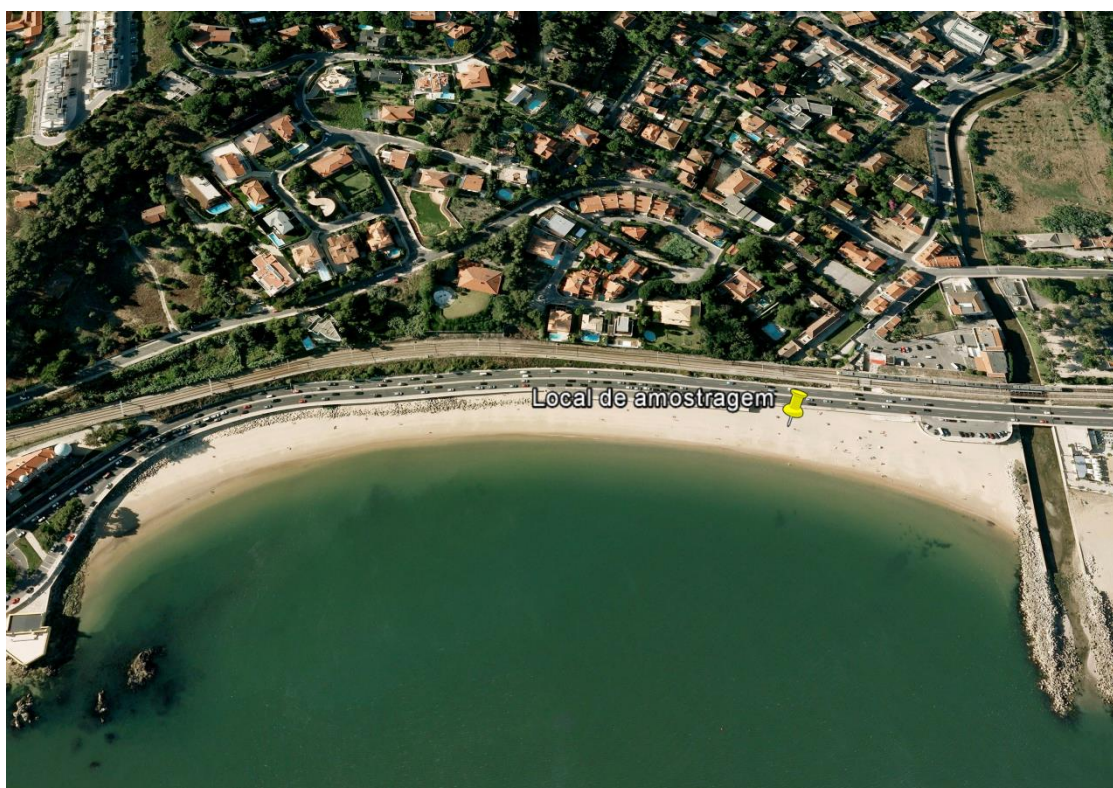


Figura 59 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 60 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas; Aluviões e Calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (calcários um pouco margosos e fossilíferos).

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufo e cinzas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 68 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mediantemente calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 61 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
58.79	4.62	14.20

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0 x 10⁻³ SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-2-e

-Origem-

Local de recolha: Praia de Caxias

Coordenadas: 38°41'54.47" N 9°16'37" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu nublado com alguns chuviscos) e às marés. No local estão presentes alguns elementos sintéticos (maços e beatas de tabaco) assim como elementos orgânicos (algas e zoóides (caravela-portuguesa)). Vegetação nula. Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

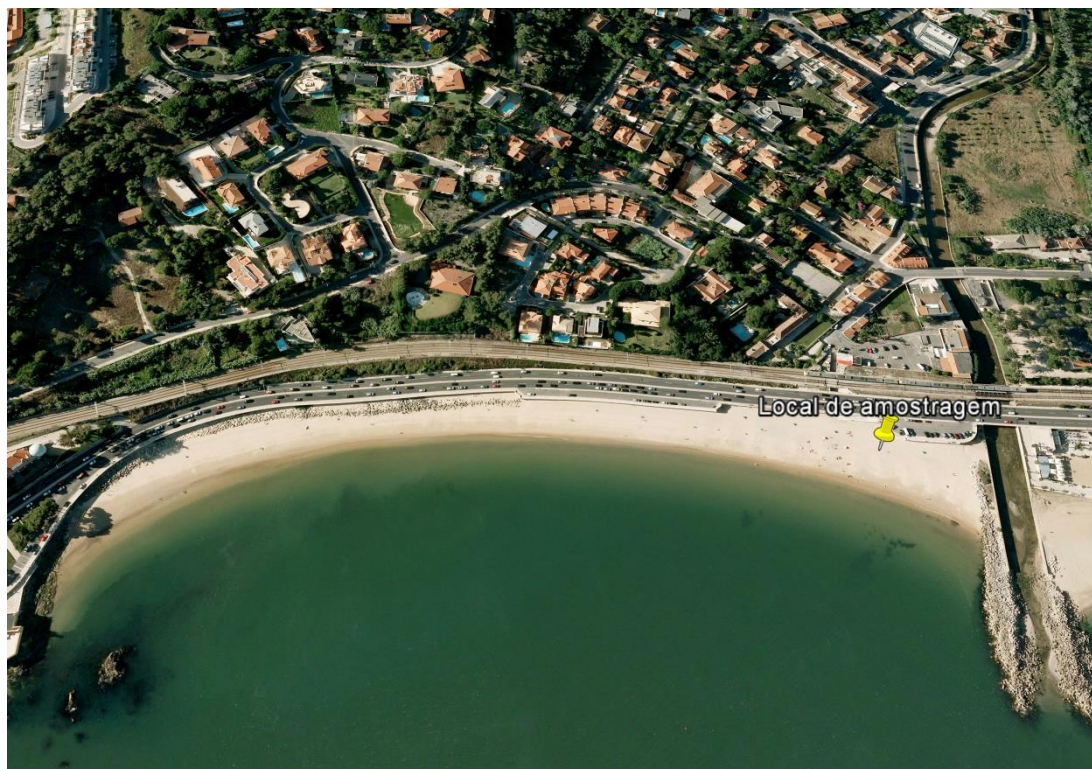


Figura 62 - Imagem Google Earth do local de amostragem.

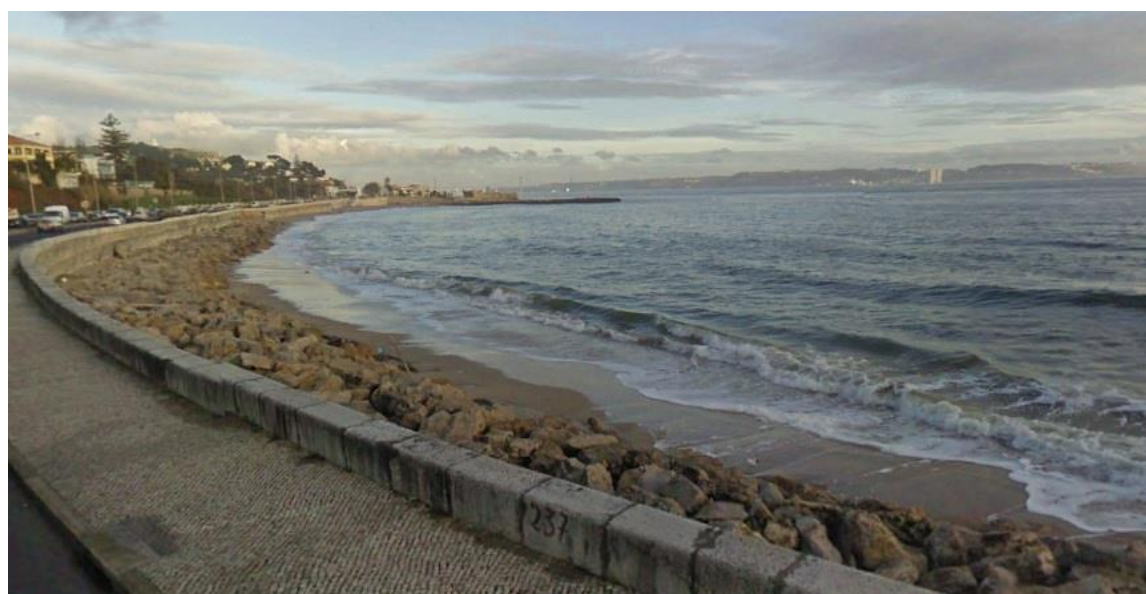


Figura 63 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas; Aluviões e Calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (calcários um pouco margosos e fossilíferos).

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por basaltos; traquitos; riolitos; traquibasaltos; gabros; brechas; piroclastos; tufo e cinzas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 73 gramas

Granulometria: Grãos finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 64 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6-7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
62.16	5.07	15.14

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 3.542×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-2-f

-Origem-

Local de recolha: Praia de Caxias

Coordenadas: 38°41'54.27" N 9°16'35" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Solo húmido aquando a recolha devido ao clima (céu nublado com alguns chuviscos) e às marés. No local estão presentes alguns elementos sintéticos (maços e beatas de tabaco) assim como elementos orgânicos (algas e zoóides (caravela-portuguesa)). Vegetação nula. Topografia pouco evidente (0 aos 10 metros de altitude).

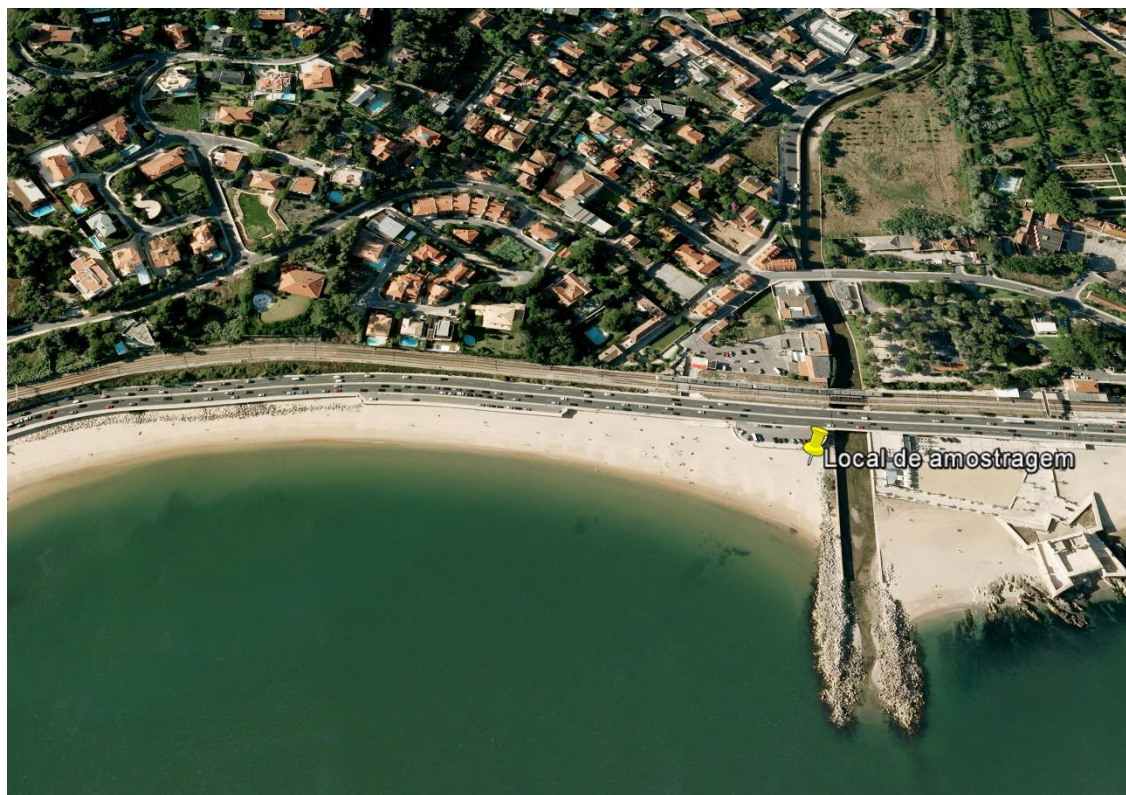


Figura 65 - Imagem Google Earth do local de amostragem.

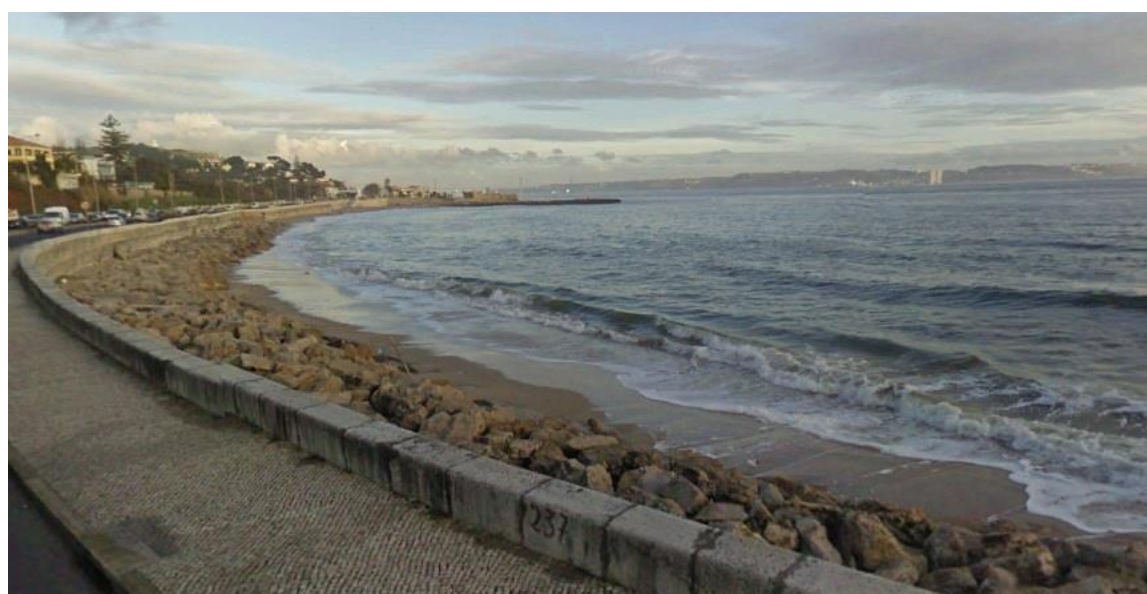


Figura 66 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-C. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa” com intercalações Vulcano-sedimentares e rochas piroclásticas; Aluviões e Calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (calcários um pouco margosos e fossilíferos).

Esta amostra inclui-se nos Aluviões.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 99 gramas

Granulometria: Grãos muito finos a finos

Calibragem: Amostra bem calibrada

Arredondamento: Grãos arredondados a subarredondados

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 7

Homogeneidade: Homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 67 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 7-8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
61.88	4.84	14.57

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0.804 x 10⁻³ SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-a

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'27.48' N 9°11'33.39" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).



Figura 68 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 69 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufo, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 43 gramas

Granulometria: Grãos finos a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 3

Homogeneidade: Pouco homogêneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 70 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
34.27	5.79	8.95

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 8.000×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-b

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'0.37" N 9°11'0.61" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

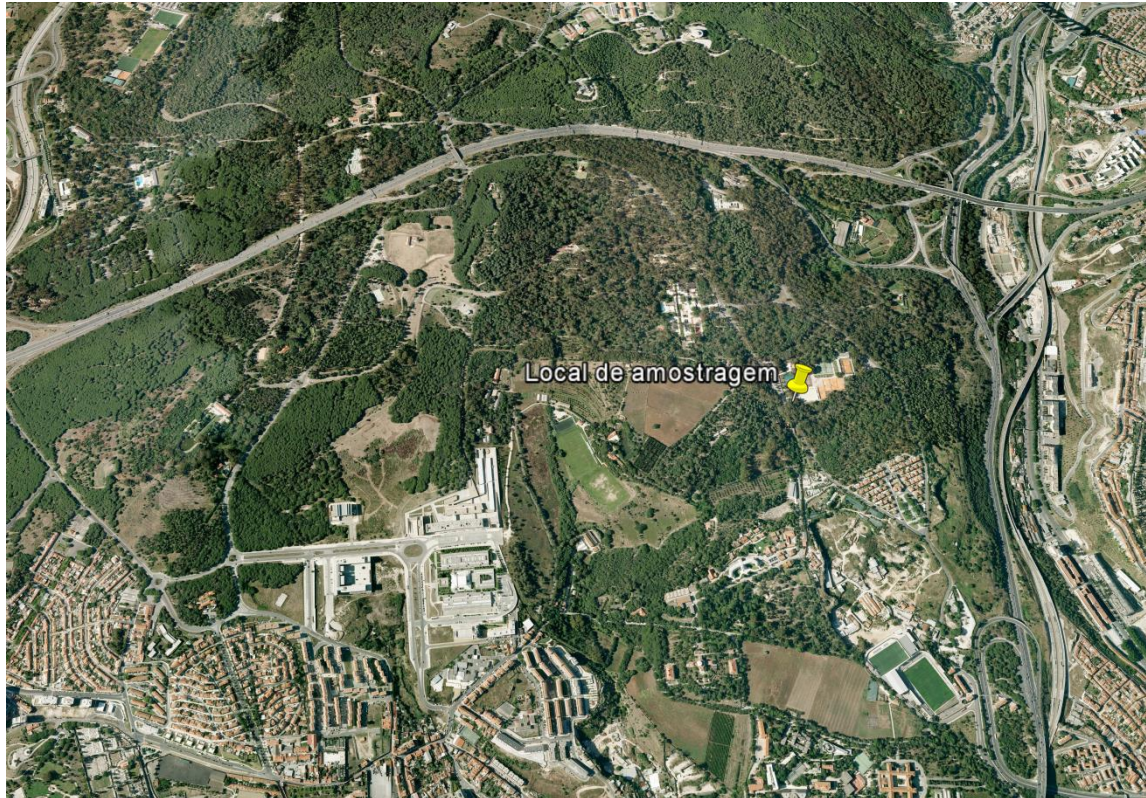


Figura 71 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 72 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufo, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 54 gramas

Granulometria: Grãos finos a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 2/ Value 2

Homogeneidade: Pouco homogêneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 73 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
31.03	3.84	5.07

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 3.833×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-c

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'21.22' N 9°10'54.57'' W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

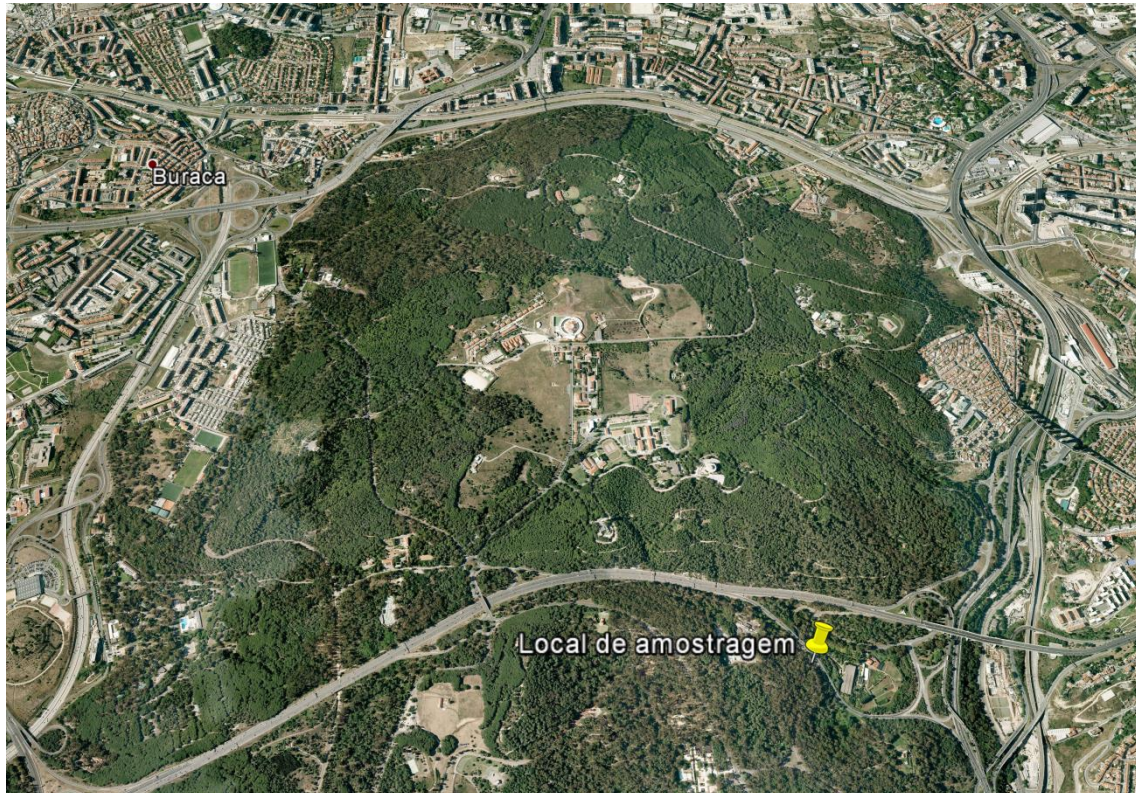


Figura 74 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 75 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufo, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 67 gramas

Granulometria: Grãos finos a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 5YR/ Chroma 3/ Value 3

Homogeneidade: Pouco homogêneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 76 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
33.13	6.44	6.81

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 10.444×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-d

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'6.08 N 9°12'3.58" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

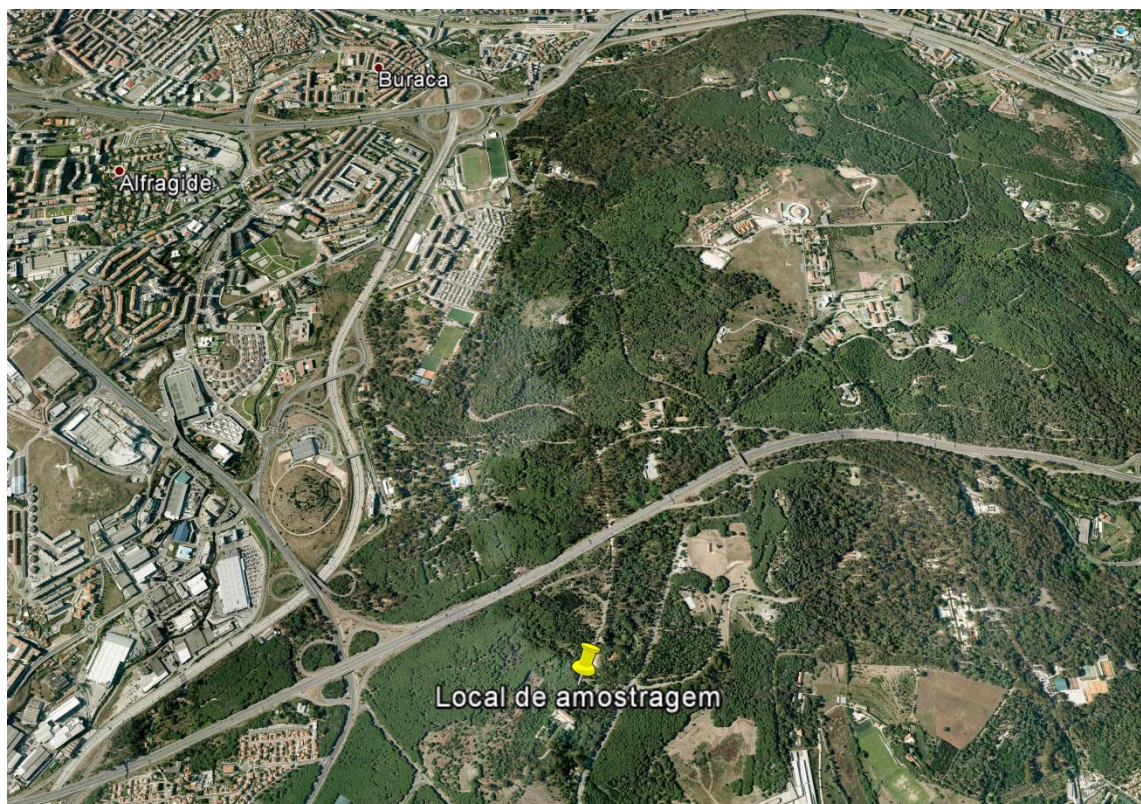


Figura 77 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 78 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufo, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 99 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mediamente calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 1/ Value 3

Homogeneidade: Pouco homogêneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 79 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6-7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
40.44	2.84	7.23

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 5.531×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-e

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'11.88 N 9°11'42.10" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

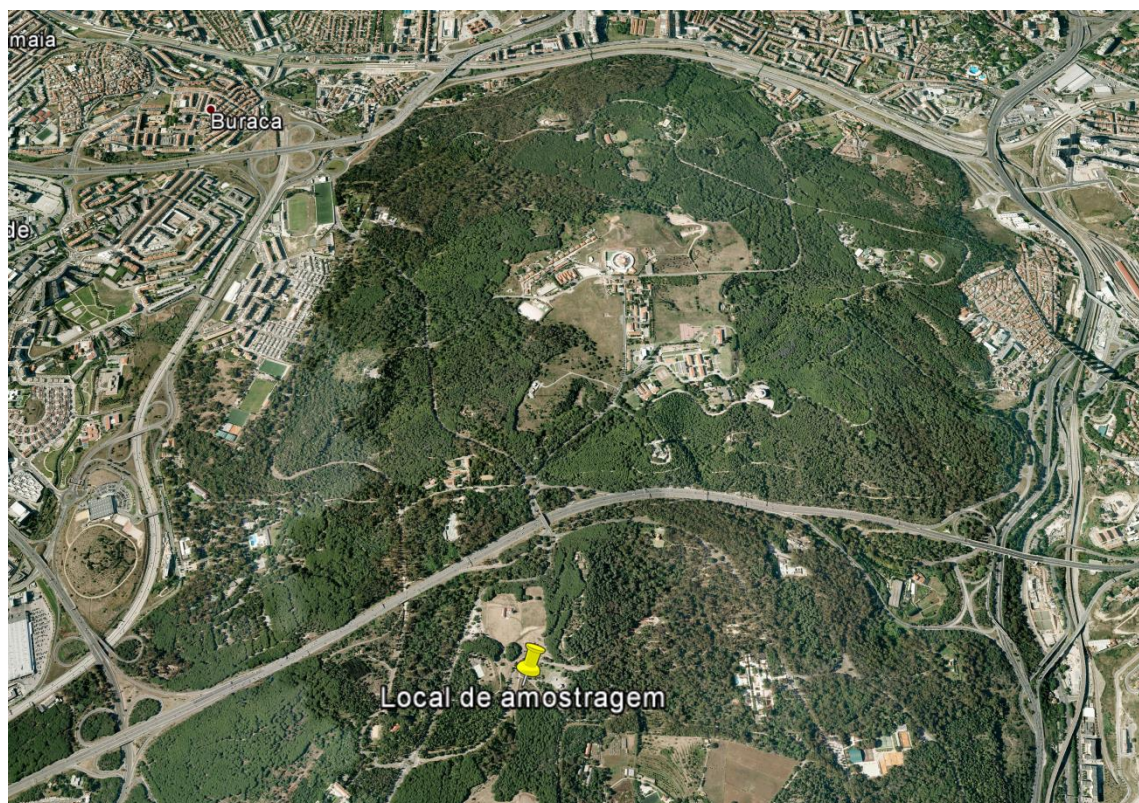


Figura 80 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 81 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufo, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 82 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mediamente calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 3

Homogeneidade: Pouco homogêneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 82 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
38.92	6.80	10.04

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 8.968×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-f

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'51.98 N 9°11'23.83" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).



Figura 83 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 84 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se na Formação de Caneças constituída essencialmente por calcários, margas, arenitos e dolomitos. Divide-se em dois níveis: 1º Nível com *Pterocera incerta*: calcários margosos com níveis areno-quartzosos e mais dolomitos para o topo e 2º Nível com *Exogyra pseudo-africana*: calcários margosos e margas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 74 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mediamente calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 4

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 85 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
51.76	4.23	9.35

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-g

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°44'6.30 N 9°10'34.58" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).



Figura 86 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 87 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufo, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 65 gramas

Granulometria: Grãos finos a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 2/ Value 2

Homogeneidade: Pouco homogêneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 88 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
39.63	4.84	9.43

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 4.383×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-h

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'45.61 N 9°10'38.34" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

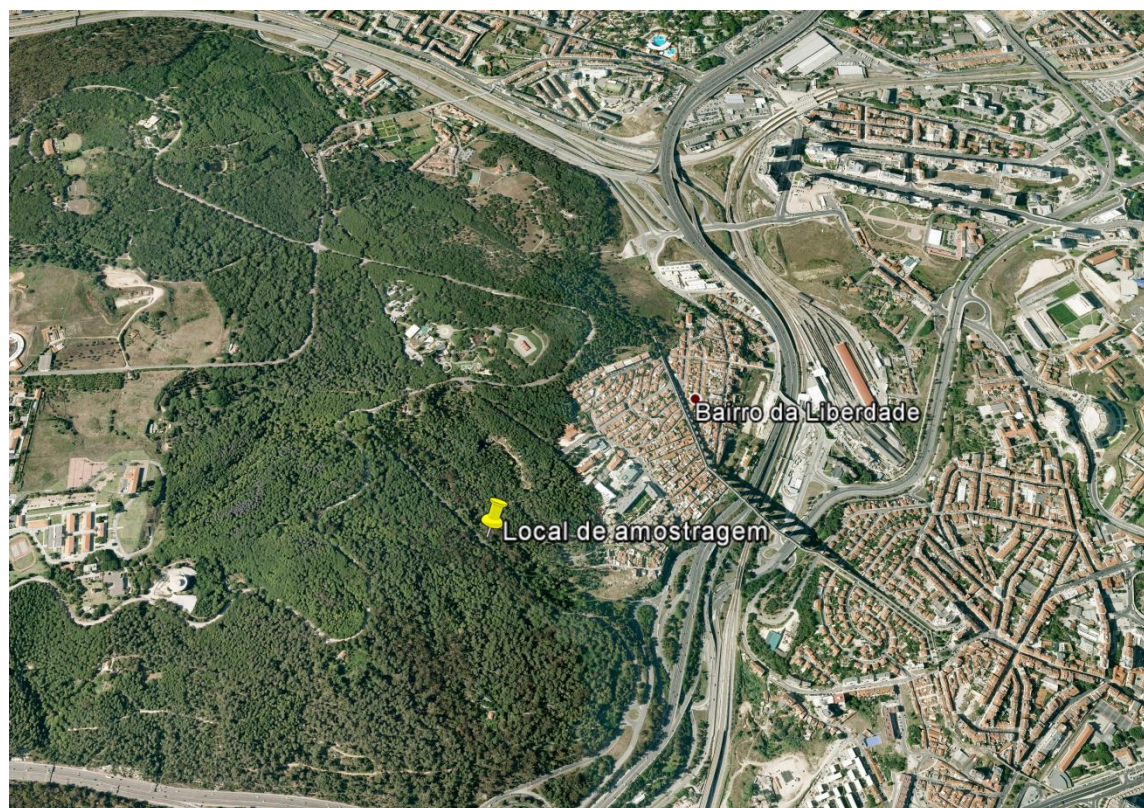


Figura 89 - Imagem Google Earth do local de amostragem.

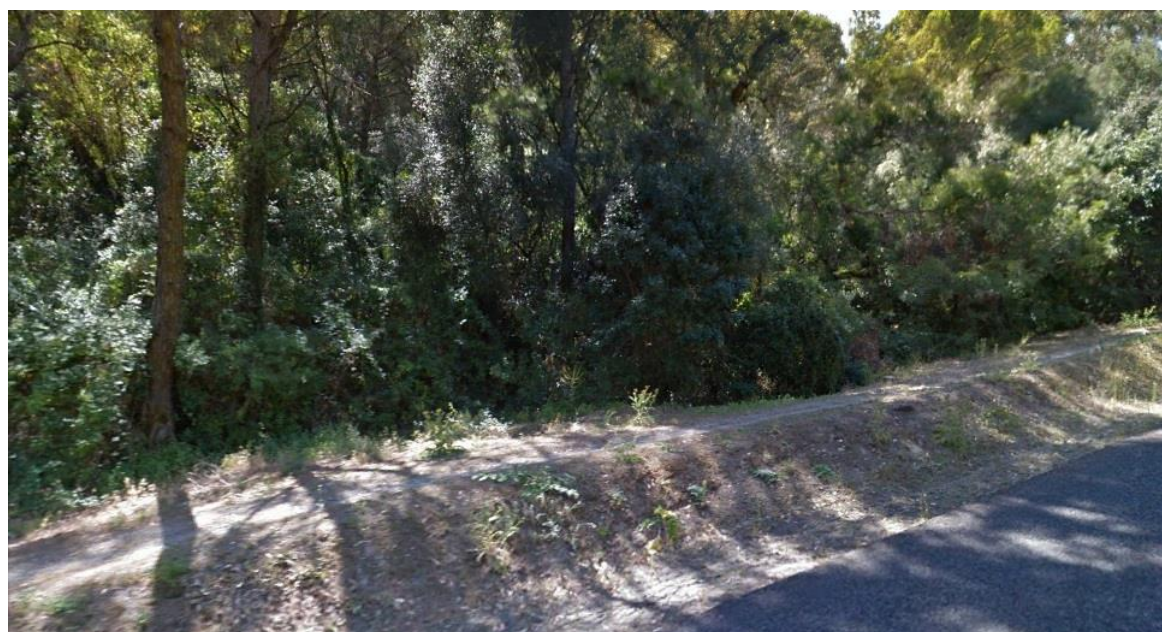


Figura 90 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se na Formação de Caneças constituída essencialmente por calcários, margas, arenitos e dolomitos. Divide-se em dois níveis: 1º Nível com *Pterocera incerta*: calcários margosos com níveis areno-quartzosos e mais dolomitos para o topo e 2º Nível com *Exogyra pseudo-africana*: calcários margosos e margas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 68 gramas

Granulometria: Grãos finos a grosseiros

Calibragem: Amostra muito mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 2.5Y/ Chroma 2/ Value 4

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 91 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
46.61	3.75	11.65

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-i

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°44'27.96 N 9°11'12.63" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

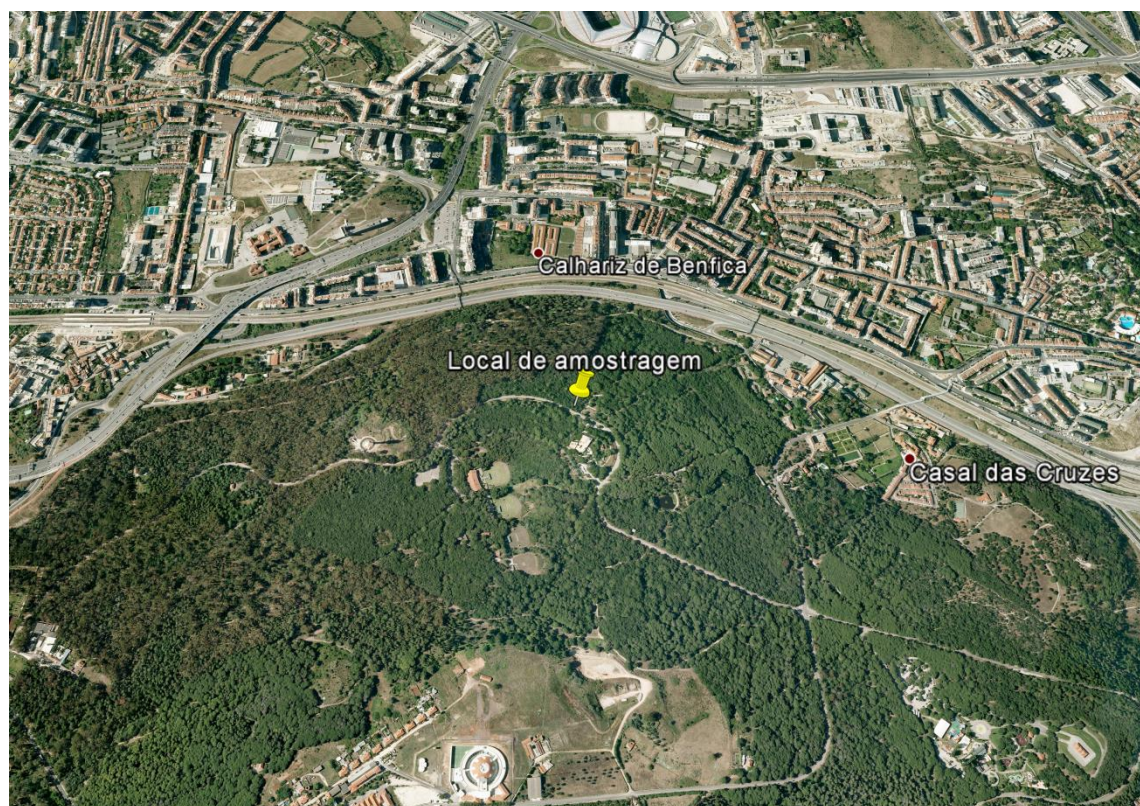


Figura 92 - Imagem Google Earth do local de amostragem.

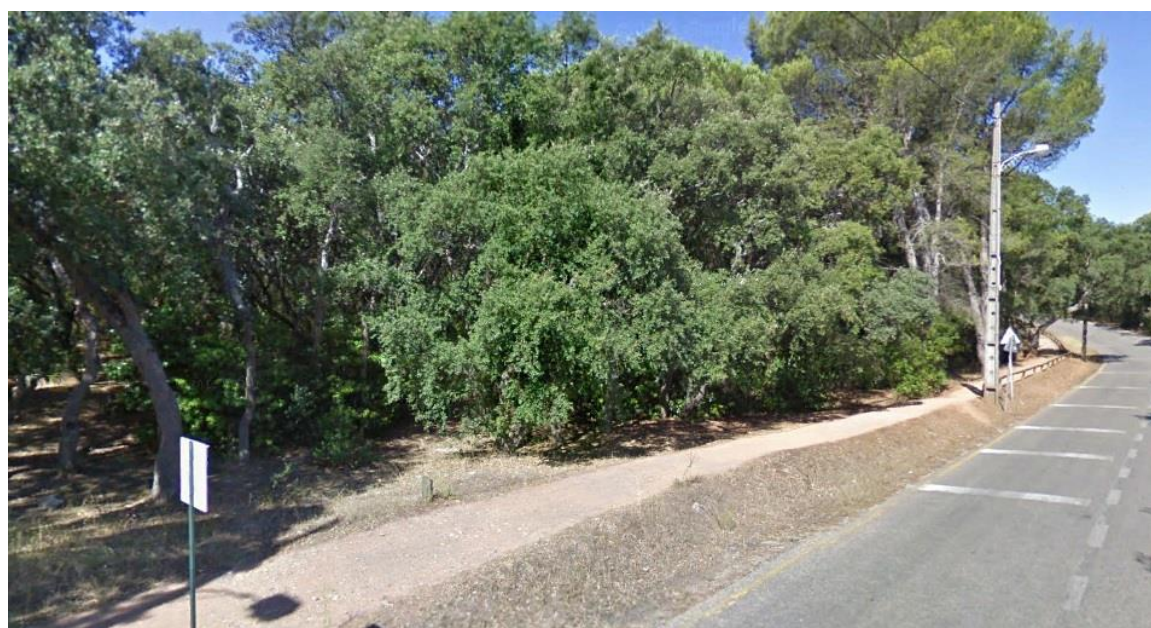


Figura 93 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufo, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 32 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 2/ Value 3

Homogeneidade: Pouco homogêneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 94 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
36.86	4.19	8.41

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 2.260×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-j

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°44'24.04 N 9°11'40.97" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

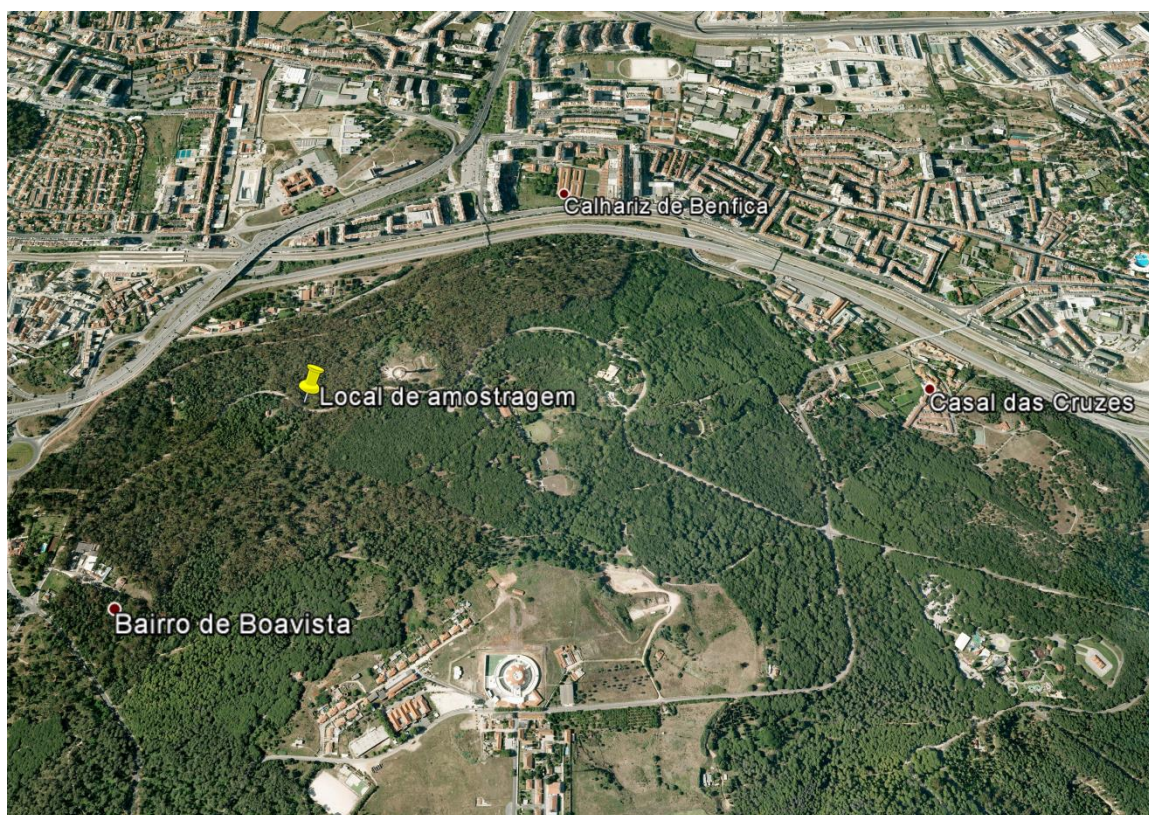


Figura 95 - Imagem Google Earth do local de amostragem.

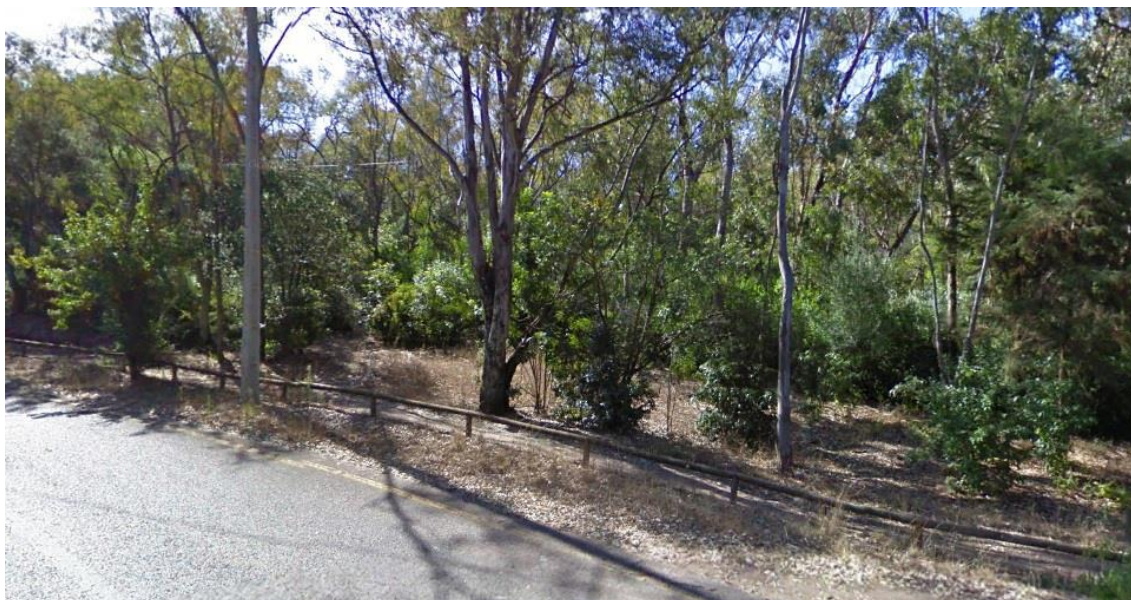


Figura 96 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 51 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mediantemente calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 2/ Value 2

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 97 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
33.62	4.40	5.68

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 2.526×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-k

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'29.26 N 9°11'58.29" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).

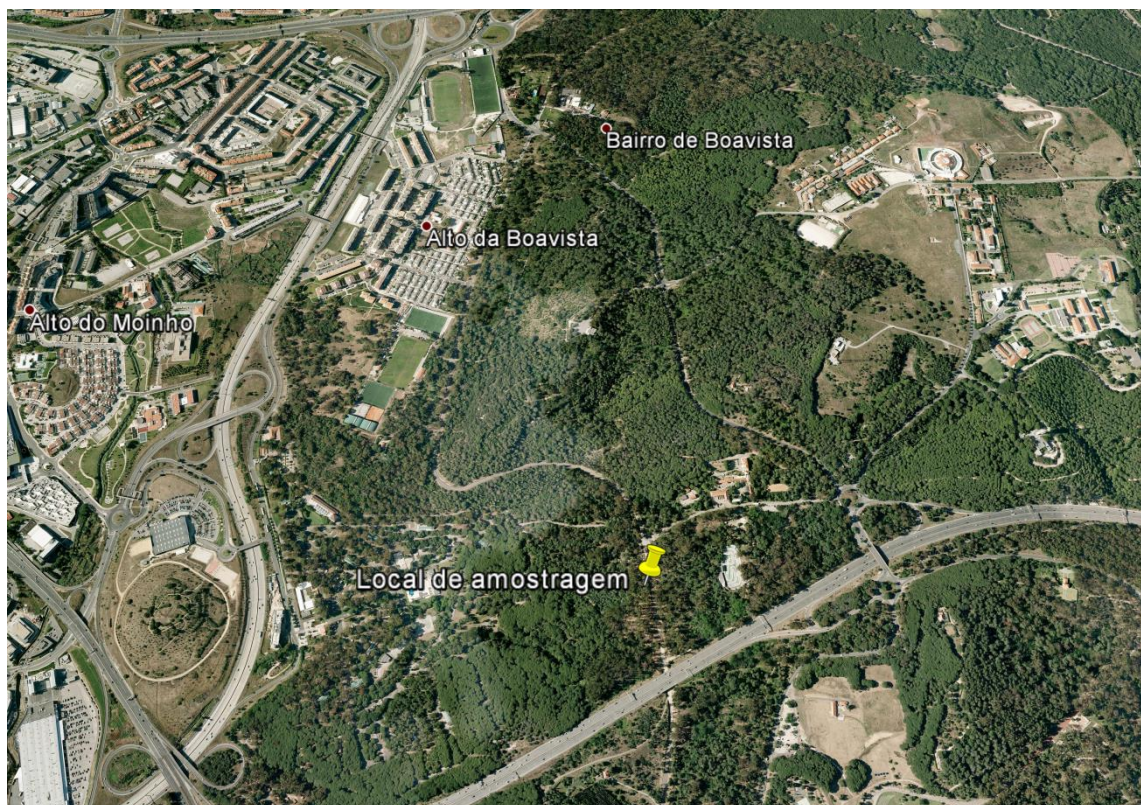


Figura 98 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 99 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa”, constituído por tufos, cineritos, brechas vulcânicas (material piroclástico), intercalados por basanitóides (derrames lávicos).

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 66 gramas

Granulometria: Grãos muito finos a grosseiros

Calibragem: Amostra muito mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 7.5YR/ Chroma 3/ Value 2.5

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 100 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
34.01	5.48	8.20

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 7.362×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-3-I

-Origem-

Local de recolha: Monsanto

Coordenadas: 38°43'53.08 N 9°11'54.62" W

Data de recolha: 18/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Presença de alguns elementos orgânicos no solo (raízes, folhas e bocados de madeira). Solo compacto e húmido aquando a amostragem devido à chuva. Grande variabilidade de vegetação presente na área (vegetação associada a floresta). Topografia muito variável (altitudes elevadas).



Figura 101 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 102 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-D. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: Filões e chaminés de basalto e a Formação de Caneças.

Esta amostra inclui-se na Formação de Caneças constituída essencialmente por calcários, margas, arenitos e dolomitos. Divide-se em dois níveis: 1º Nível com *Pterocera incerta*: calcários margosos com níveis areno-quartzosos e mais dolomitos para o topo e 2º Nível com *Exogyra pseudo-africana*: calcários margosos e margas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 141 gramas

Granulometria: Grãos muito finos a grosseiros

Calibragem: Amostra muito mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 5

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 103 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
54.62	3.81	9.46

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 1.296×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-4-a

-Origem-

Local de recolha: Loures

Coordenadas: 38°49'40.80" N 9°10'34" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Alguns locais de amostragem apresentam elementos sintéticos (lixo) assim como elementos orgânicos (excrementos de animal). Solo muito compacto e húmido aquando a amostragem. Grande variabilidade de vegetação presente na área (arbustos; ervas daninhas, etc.). Topografia muito variável (50 aos 100 metros de altitude).



Figura 104 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 105 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-B. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: escoadas basálticas e piroclastos assim como intercalações sedimentares; a Formação de Galé e Caneças e a Formação de Bica.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa” constituído por brechas, tufos, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar). Poderão também estar presentes moluscos terrestres.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 14 gramas

Granulometria: Grãos médios a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subangulosos a angulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 3/ Value 4

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 106 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 7-8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
42.72	4.84	10.49

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 2.218×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-4-b

-Origem-

Local de recolha: Loures

Coordenadas: 38°49'37" N 9°10'37" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Alguns locais de amostragem apresentam elementos sintéticos (lixo) assim como elementos orgânicos (excrementos de animal). Solo muito compacto e húmido aquando a amostragem. Grande variabilidade de vegetação presente na área (arbustos; ervas daninhas, etc.). Topografia muito variável (50 aos 100 metros de altitude).



Figura 107 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 108 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-B. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: escoadas basálticas e piroclastos assim como intercalações sedimentares; a Formação de Galé e Caneças e a Formação de Bica.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa” constituído por brechas, tufos, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar). Poderão também estar presentes moluscos terrestres.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 17 gramas

Granulometria: Grãos médios a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subangulosos a angulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 3

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 109 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
41.35	5.72	12.16

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 6.782×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-4-c

-Origem-

Local de recolha: Loures

Coordenadas: 38°49'28.72" N 9°10'32" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Alguns locais de amostragem apresentam elementos sintéticos (lixo) assim como elementos orgânicos (excrementos de animal). Solo muito compacto e húmido aquando a amostragem. Grande variabilidade de vegetação presente na área (arbustos; ervas daninhas, etc.). Topografia muito variável (50 aos 100 metros de altitude).



Figura 110 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 111 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-B. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: escoadas basálticas e piroclastos assim como intercalações sedimentares; a Formação de Galé e Caneças e a Formação de Bica.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa” constituído por brechas, tufos, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar). Poderão também estar presentes moluscos terrestres.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 23 gramas

Granulometria: Grãos médios a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subangulosos a angulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 2/ Value 2

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 112 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
33.45	3.89	6.43

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 6.501×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-4-d

-Origem-

Local de recolha: Loures

Coordenadas: 38°49'27" N 9°10'26" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Alguns locais de amostragem apresentam elementos sintéticos (lixo) assim como elementos orgânicos (excrementos de animal). Solo muito compacto e húmido aquando a amostragem. Grande variabilidade de vegetação presente na área (arbustos; ervas daninhas, etc.). Topografia muito variável (50 aos 100 metros de altitude).



Figura 113 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 114 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-B. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: escoadas basálticas e piroclastos assim como intercalações sedimentares; a Formação de Galé e Caneças e a Formação de Bica.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa” constituído por brechas, tufos, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar). Poderão também estar presentes moluscos terrestres.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 32 gramas

Granulometria: Grãos médios a grosseiros

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subangulosos a angulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 2.5YR/ Chroma 3/ Value 4

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 115 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 6

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
44.15	8.48	7.71

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-4-e

-Origem-

Local de recolha: Loures

Coordenadas: 38°49'17" N 9°10'47" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Alguns locais de amostragem apresentam elementos sintéticos (lixo) assim como elementos orgânicos (excrementos de animal). Solo muito compacto e húmido aquando a amostragem. Grande variabilidade de vegetação presente na área (arbustos; ervas daninhas, etc.). Topografia muito variável (50 aos 100 metros de altitude).



Figura 116 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 117 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-B. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: escoadas basálticas e piroclastos assim como intercalações sedimentares; a Formação de Galé e Caneças e a Formação de Bica.

Esta amostra inclui-se no “Complexo Vulcânico de Lisboa” constituído por brechas, tufos, cineritos, cinzas, etc. (material piroclástico) e conglomerados, argilas, etc. (material sedimentar). Poderão também estar presentes moluscos terrestres.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 63 gramas

Granulometria: Grãos grosseiros

Calibragem: Amostra muito mal calibrada

Arredondamento: Grãos angulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 2/ Value 3

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 118 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
34.76	4.59	5.87

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 9.755×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-4-f

-Origem-

Local de recolha: Loures

Coordenadas: 38°49'5.73" N 9°11'44.51" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Alguns locais de amostragem apresentam elementos sintéticos (lixo) assim como elementos orgânicos (excrementos de animal). Solo muito compacto e húmido aquando a amostragem. Grande variabilidade de vegetação presente na área (arbustos; ervas daninhas, etc.). Topografia muito variável (50 aos 100 metros de altitude).



Figura 119 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 120 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-B. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: escoadas basálticas e piroclastos assim como intercalações sedimentares; a Formação de Galé e Caneças e a Formação de Bica.

Esta amostra inclui-se na Formação de Galé e Caneças constituída por calcários, margas, arenitos, dolomitos, grés e argilas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 14 gramas

Granulometria: Grãos finos a médios

Calibragem: Amostra mal calibrada

Arredondamento: Grãos subangulosos a angulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 6/ Value 4

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 121 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 8

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
46.67	7.08	16.21

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 2.893×10^{-3} SI

Ficha de caracterização de solos

Amostra Nº C-LISB-4-g

-Origem-

Local de recolha: Loures

Coordenadas: 38°49'6.88" N 9°11'39.74" W

Data de recolha: 17/10/2016

Autor da recolha: Ângela Pacheco

Local de armazenagem:

Observações: Alguns locais de amostragem apresentam elementos sintéticos (lixo) assim como elementos orgânicos (excrementos de animal). Solo muito compacto e húmido aquando a amostragem. Grande variabilidade de vegetação presente na área (arbustos; ervas daninhas, etc.). Topografia muito variável (50 aos 100 metros de altitude).



Figura 122 - Imagem Google Earth do local de amostragem.



Figura 123 - Local de amostragem (Fotografia: Ângela Pacheco).

-Contexto Geológico-

Área coberta pela carta geológica 34-B. Compreende o “Complexo Vulcânico de Lisboa”: escoadas basálticas e piroclastos assim como intercalações sedimentares; a Formação de Galé e Caneças e a Formação de Bica.

Esta amostra inclui-se na Formação de Bica, constituída por calcários com rudistas (inclui o nível com *Neolobites vibrayeanus*) e margas.

-Caracterização Macroscópica-

Peso: 88 gramas

Granulometria: Grãos finos a grosseiros

Calibragem: Amostra muito mal calibrada

Arredondamento: Grãos subarredondados a subangulosos

Cor (escala de Munsell): Folha 10YR/ Chroma 4/ Value 4

Homogeneidade: Pouco homogéneo

Contaminantes antropogénicos:



Figura 124 - Porção de amostra retirada do local.

-Caracterização Analítica-

pH: 7

Espectrofotometria: Valores médios de L* a* e b*

L*	a*	b*
42.11	6.98	12.88

Fluorescência de Raios-X: Ver Tabela 10

Susceptibilidade magnética: 0.878×10^{-3} SI